Comparatio celebratissimarum novissimarumque doctrinarum de natura et propagatione luminis.

Dissertatio Physica,

Quam

Jubente Ampliss. Facult. Philos. Lundensi,

publice defendet

CAROLUS GUSTAVUS BERLING.

Philos. Mag. Mathes. Docens.

Respondente

ANDREA I. PALM,

Scano.

In Academia Carolina die XIX Octobris MDCCCXXXI.

LUNDÆ MDCCCXXXI.

Literis BERLINGIANIS.

PRÆFAMEN.

Nihil luce obscurius!

Etiamsi nobis adhuc plane incognita sit luminis natura, et, quantum conjicere potest mens humana, per longam annorum seriem inter arcana scientiarum remaneat, philosophi tamen phænomenis, quæ exhibet, ducti varias condiderunt hypotheses, quarum ope naturam ejus et propagationem, quoad fieri potuerit, explicare conati sunt. In multitudine illa hypothesium, quæ ad luminis naturam explicandam formatæ sunt, duo præ cæteris, auctoritate sua florere cuicumque cognitum est. Secundum alteram harum, quæ a conditore Newtone nomen ducit, lumen in particulis a corporibus luminosis summa velocitate emissis consistit, quod per lineas rectas uniformiter movetur. Secundum alteram, lumen soni esse simile ponitur, et in undulationibus fluidi aëre magis elastici quod, per totam naturam diffusum est, consistit, quodque fluidum agitatione corporis luminosi excitatur. Cum vero fieri non potest, ut diversæ causæ eosdem in omni genere effectus procreare valeant, haud parum proficeret Philosophia Naturalis, si quæstio illa decidi posset, utra harum opinionum magis sit probabilis, cujusque subsidio phænomena optime explicari possint. Hoc Facultas, quæ hic viget, Philosophica sensit, cum dissolutionem quæstionis vel difficillimæ proposuit, expetens comparationem celebratissimarum novissimarumque doctrinarum de natura et propagatione luminis.

Quam comparationem cum, quantum permiserint virium mearum imbecillitas, instituere mihi in animo est, a re non alienum existimavi, ut omnis, quoad fieri possit, in tractando obscuritas et ambiguitas vitetur, quem secutus sum ordinem antea exponere, ne posthac ea tradere cogar, quæ fines argumenti nec admittunt nec desiderant. *Primum* igitur generalia quædam lucem spectantia, et quomodo ad ejus cognitionem perveniamus, afferenda sunt; *deinde* exponenda sunt gravissima quæque, quæ a Physicis usque ad nostram ætatem circa luminis naturam observata sunt; *denique* ita exponenda sunt varia luminis phænomena, ut comparatio instituatur inter modum, quo illa sese exhibent secundum Emanationis et Vibrationis systema, unde sine dubio elucescat, utra opinio magis sit probabilis et ad phænomenorum explicationem magis adaptata.

Verum a falso discernere et dijudicare, cum in vita tum in literarum disciplinis rem arduam et difficilem semper existimavi. Quo enim major rerum omnium abundantia, eo graviores tentationes; quo plures observationes et quo plura experimenta, eo difficilius est ex iis non plura, quam in iis insunt, concludere, eo magis conjecturis delectamur, eo majorem spem in rebus, quæ præ se tantum speciem veri ferant, repositam habemus. Verum quidem est, prospectum, quo plura deteguntur, eo magis augeri, semper vero etiam novæ observantur lacunæ, novaque generantur ænigmata, et scrutator haud dissimilis est Alpes adscensuro, qui ex cacumine, ad quod per ardua pervenit, alios montes eosque multo majores, qui confinia terræ coelique officiunt, ad quorumque verticem vix fieri possit ut umquam perveniat, sibi oppositos spectat. Hæc mecum reputandi occasionem dedit argumenti, de qua aget hæc disputatio, gravitas. Cum enim tantam habet lux effectuum varietatem, ut in eorum enumeratione stupeat animus, tantamque virorum doctrina ac sagacitate animi æque insignitorum multitudinem, qui eos experimentis illustrarunt, non potuit quin mihi literarum Physicarum tironi justum incuteret terrorem, cum mihi sorte obtingeret, ut dijudicarem, utra præstantior sit duarum opinionum, quarum utraque auctoritate vi-

rorum longe celeberrimorum nititur, utraque suis commodis et incommodis laborat et, quamdiu exstiterunt, suos quæque habuit sectatores suosque admiratores. Partim enim hoc longam operosamque multorum librorum, quos sæpe in Bibliotheca nostra frustra quæsivi, ideoque aliunde parare coactus fui, desideravit lectionem, partim in tanta eorum quæ scripta sunt multitudine haud facile fuit dijudicatu, quæ præ ceteris digna essent, quæ ad materiem illustrandam proferrentur. Libris, ad quos aditus mihi patuit, sic utendos censui, ut, quæ per eos dispersa et diffusa essent, hoc loco cogerem et sub uno quasi adspectu ponerem. Quare antequam literis aliquid mandavi, legi atque relegi quæ de natura luminis sparsim monuerunt illustres Physici, *Cartesius* [1]), *Grimaldus* [2]), *Hookius* [3]), *Mallebranche* [4]), *Huyghenius* [5]), *Newtonus* [6]), *Eulerus* [7]), *Herschel* [8]), *Leslie* [9]), *Davy* [10]), *Prechtl* [11]), *Oersted* [12]), *Young* [13]), *Rumford* [14]), *Fresnel* [15]), aliique. Præter ea, quæ in Ephemeridi-

---

[1]) Principia Philosoph. et Dioptrica.

[2]) De lumine, coloribus et Iride 1666.

[3]) Posthumous Works p. 190, *Micrographia*. — *J. Priestley* History and present state of discoveries relating to vision, light and colours. London 1772, germanice translata ab *G. S. Klügel*, Leipzig 1775, p. 133.

[4]) Memoires de l'Acad. Royale des sciences à Paris 1699.

[5]) Traité de la Lumière à Leide 1690.

[6]) Optice, sive de reflexionibus, refractionibus, inflexionibus et coloribus lucis, Libri tres, latine reddidit *S. Clarke*, Lausannæ et Genevæ 1740.

[7]) Memoires de l'Acad. de Berlin, 1752, p. 271 seqq. — Nova Theoria lucis et colorum, in opusculis varii argumenti, Berolini 1746. — Lettres à une Princesse d'Allemagne. P. 1. Leç. 17—31. — Hamburgisches Magazin. B. 6. p. 156 seq.

[8]) Über die Lichtstrahlen der Sonne. Gilb. Annal. 1801. VII. p. 137, 1802, X. p. 68. 1803. XII. p. 521.

[9]) Versuche über Licht und Wärme, sammt einer Kritik der Herschelschen Untersuchungen über diese Gegenstände. Gilb. Annal. 1802, X. p. 88.

[10]) Theorie des Lichtes. Gilb. Annal. 1803, XII. p. 574.

[11]) Ueber Identitet des Licht- und Wärmestoffs Gilb. Annal. 1805. XX. p. 305.

[12]) Gilb. Annal. 1822. LXXII. p. 139. — Cfr. Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskabs Naturvidenskablige og Mathem. Afhandlinger. Förste Deel, 1824, i Oversigten over Selskabets Forhandlinger pag. XVI.

[13]) Analogie zwischen Schall und Licht Gilb. Annal. 1806. XXII p. 338. Über die Theorie des Lichtes. Gilb. Annal. 1811, XXXIX p. 156.

[14]) Über die Quelle des Lichts bey Verbrennung. Schweiggers Journal der Physik und Chemie 1813, IX, p. 240.

[15]) Über das Licht. Poggendorffs Annalen der Phys. und Chemie 1825, III, p. 89, 303; 1825, V. p. 223; 1828, XII, p. 197. — Supplement à la traduction Française de la cinquième édition du System de Chemie par Th. Thomson, par I. Riffault Paris 1822 p. 1—137.

bus a Physicis jam allatis inserta legimus, sententias eorum etiam consuluimus, qui illas compendiis tironum usui concluserunt, ut *Libes*[16]), *Neumann*[17]), *Gregory*[18]), *Baumgartner*[19]), *Biot*[20]).

Inter ea, quæ jam attulimus, frustra quæret lector nomina quorumdam de amplificatione lucis doctrinæ vel meritissimorum Physicorum, ut *Ingenhouss*, *Berthollet*, *Fulhame*, *Boeckmann*, *Decandolle*, *Saussure*, *Wedgwood*, *Wollaston*, *Gay-Lussac* et *Thenard*, duumvirorum celeberrimorum, *Grothuss*, plerorumque. Cum vero ea, quæ ab iis lucem spectantia edita sunt, circa explicationem effectuum lucis chemicorum versentur, ideoque ad materiem jam tractandam non directe pertineant, ea sine rei quodam detrimento, ne justo prolixior fierem, prætermittenda censui.

---

16) Traité complet et Elementaire de Physique, Deuxiéme édition. Tom. 3.

17) Lehrbuch der Physik 2:ter Theil p. 203.

18) The Economy of Nature explained and illustrated on the principles of modern Philosophy. London 1796. Vol. 1. p. 62.

19) Die Naturlehre nach ihrem gegenwärtigen Zustande mit Rücksicht auf Mathematische Begründung, 2:te Aufl. Wien 1826.

20) Traité de Physique elementaire et mathematique. Paris 1816.

PROLEGOMENA.

§. 1.

Si præter animam, ejus operationes et res externas, nihil aliud esse, cujus anima conscia esse possit, existimes, satis patere arbitror, talem esse omnium repræsentationum, quæ in anima oriuntur, rationem, ut vel circa res externas, vel circa propriam animæ in se agendi vim versentur. Quæ cum totam hominis constituant cognitionem, illa etiam in duas abit partes, quarum altera in illa, qua præditus est impulsiones admittendi (receptivitate), altera repræsentationes formandi facultate (spontaneitate) posita est [1]).

Quod ad res externas attinet, quas considerandi res nostra vel optimam præbet materiem, tam ratio quam experientia docet, earum rerum cognitionem a stimulo quodam proficisci, quem, si ita placet, contactus nomine repræsentemus, cujus ope in organis externis res mutationes excitant, unde ipsa rei repræsentatio primum oritur. Cum ea est sensuum natura, ut de rerum externarum exsistentia, earumque forma et figura, motu et quiete tantum ex impressionibus, quæ in anima contingunt, judicare possint, pro varia rerum externarum qualitate necesse est exsistant varia perceptionum genera, ita ut auditui sonus, tactui calor, visui lux et colores respondeant. Hinc concludere licet, earum, quæ externo sensu nascuntur, repræsentationum, eam esse rationem, ut iis aliquid, quod subjecto (i. e. sensui) cui insunt, aliquid quod objecto (i. e. qualitati rerum) proprium sit, unde vel sui ipsius mutationis, vel rei, siquidem primum hæc ipsa mutatio exorta est, anima sit conscia, tribuatur.

Ut quæcumque, quæ de aliqua re suscipitur disquisitio, a definitione debet proficisci, ut intelligatur, quid sit id, de quo disputetur, sic quid sit lux

---

[1]) I. Kant Critik der reinen Vernunft. Leipz. 1794, p. 74.

singuli scriptores singulis temporibus definire periclitarunt. Cum vero ea sit definitionis vis atque natura, ut repræsentationibus perspicuitas intensiva tribuatur, quam ad rem opus est definito quodam, quod varietatem quandam amplectitur, et cum illæ sensuum allatorum perceptiones simplices tantum ideas efficiant, in quibus varia discerni non possunt, fieri etiam non potest, ut definitionem quamdam admittant [2]). Quod cum etiam de luce valet, omnibus patet, nos inutilem collocaturos fuisse operam, si definitionibus de qualitate rerum cuique sensui singularium immorati essemus. Cum de luce futura est dissertatio, et cum significari potius quam definiri potest, quid sit lux, dicere sufficiet, id esse principium, quo fit, ut res extra nos positæ in conspectum veniant, seu ea vis, qua res externæ collustrentur, h. e. ita immutentur, ut sensum visus afficiant. Si quænam his verbis insit sententia accuratius investigemus, haud difficile apparebit, eam esse rationem inter lucem et organon visus, ut lux externa s. objectiva, organon autem visus interna s. subjectiva videndi sit causa.

In primordio dissertationis jam exposuimus, omnem sensationem exinde oriri, quod mutatio quædam in corpore nostro seu organis externis producitur. Quæ mutatio cum, ut etiam diximus, non nisi per contactum seu conflictum fieri possit, et ille iterum a motu quodam partium, quarum aliæ movent, aliæ moventur, originem ducat necesse est, nullus dubitaverit in motu præcipuam omnis sensationis causam esse ponendam. Qui ratiocinandi modus, cum in genere valeat, summo jure colligere licet, oculum tamquam subjectum, cum eo quod extra oculum est sive objecto, contactu contineri. Alterum movetur, alterum movet [3]). Quando enim radii lucis in retinam incidunt, et figuram quandam in oculo depingunt, tenues hujus tunicæ nervi moventur, qui motus per totum videndi nervum ad cerebrum usque continuatur, ubi anima primum sentit. Quoniam vero hominibus vel acutissimo ingenio præditis adhuc non contigerit, nervos quousque continuentur sequi, in eo causa est quærenda, cur, quo inter se vinculo corpus et anima continentur, ignoremus.

---

[2]) *Gerlach*, Lehrbuch der Philosophiscen Wissenschaften. Erster Band p. 228.

[3]) Vid. Fries, Polemische Schriften Erster Band, Reinhold, Fichte, Schelling, Halle 1824, p. 186. Cfr. Cic. de Nat. Deorum Lib. II. Cap. 9. Nam omne quod est calidum, et igneum cietur et agitur motu suo: quod autem alitur et crescit, motu quodam utitur certo et æquabili: qui quamdiu remanet in nobis, tamdiu sensus et vita remanet: refrigerato autem et exstincto calore, occidimus ipsi et exstinguimus.

Cum compertum habemus, corpora oculos afficere non posse, nisi lux in iis gignitur, ex illis propagatur vel peculiaris in iis producitur efficientia, quæ est activa maximis distantiis et oculis perceptibilis, et cuncta corpora variis coloribus tincta videntur; inde concludere licet, lumen vario modo in variis corporibus sese exserere vel ab iis affici, ideoqne etiam vario modo sensum visus afficere. Quæ vero interest differentia inter res lucentes coloribusque conspicuos, eadem interest inter perceptiones seu mutationes, quas oculus ab illis rebus commotus sentit. Objectiva ergo lucentis varietas subjectivam videndi efficit. Si igitur rationem, qua colorum perceptione ad rerum cognitionem pervenimus, accuratius indagare velimus, illud persuasum nobis habebimus, colores nihil aliud esse nisi qualitates superficierum corporum, quorum formam nobis fingimus, lucis radiis secundum viam rectam e rebus extra nos positis ad oculum nostrum, vi quadam a radiis ipsis illuminantibus impetrata, manantibus. Hæc forsan sufficiant de modo, quo ad cognitionem lucis, eaque cognitione ad colores percipiendos, pervenimus.

§. 2.

Postquam inter rem ponderabilem et imponderabilem discrimen est constitutum, omnes uno ore in eo consenserunt Physici, lucem in rebus imponderabilibus et incoercibilibus esse censendam [4]), vel quod idem est, in iis rebus, quarum ea est indoles, ut omni careant reactione omnique destitutæ sint pondere, quæ neque ad terram neque ad alias pertinent planetas, quæ vero diversa corpora coelestia non solum vinculo quodam continent, et in causa sunt, cur ea nobis cognita fiant, sed etiam ita efficiunt, ut actio quædam chemica exsistat. Hoc vero non ita interpretatum volumus, ut lux vim illam chemice agendi habeat, præsertim cum evictum sit, quamcumque rem ea tantum vi agere posse, quam vere habeat. Res igitur, quæ chemice agere possunt, vires chemicas habeant necesse est, h. e. eis inerit qualitas specifica vel ponderabilis, quod de luce haud facile demonstrari possit. Quamquam vero actionem non habet chemicam, tamen in aliis rebus

---

[4]) Vide *Anfangsgründe der Physik als Vorbereitung zum Studium der Chemie*, *von Benj. Scholz*, 3:*te umgearb. und vermehrte Auflage Wien* 1827. §. 98. — Sunt quidam Physici et fuerunt, qui omnino lucem et calorem pondus aliquod habere censerunt. Atque in his qui adhuc in vivis est, *Meissnerus* sine dubio primum tenet locum, qui in libro: *Handbuch der Allg. und Techn. Chemie*, de statera quodam ad caloris pondus examinandum apta loquitur.

effectum chemicum habere potest, h. e. qualitates materiæ specificas, elementa ejus et mixtionis genus rationemque immutare potest.

Ex illis, quæ in his duobus paragraphis allata sunt, concludere licet, lucis naturam primum in eo conspici, ut legibus, secundum quas ad viam rectam moveatur, adscripta, omnia collustret et visibilia reddat, eosque producat effectus, qui in corporibus collustratis conspicui sint, effectus nempe chemicos et vim colorem excitandi, qui quidem effectus, quamvis singularem lucis efficiunt naturam, sine dubio abessent, si lux non accederet.

PARS PRIOR

continens adumbrationem diversarum sententiarum, quæ inter Physicos ad nostra usque tempora de natura et propagatione luminis viguerunt.

§. 3.

Si recentiorem cum pristino doctrinæ de luce statum accuratius contuleris, profecto intelliges, antiquissimorum Physicorum de natura luminis et colorum sententias caligine quadam laborasse, illosque omnem fere operam in phænomena ejus contulisse, quæ, sine veritatis quodam detrimento, jam primis illis temporibus, quibus ad humanitatem excoli coepta est gens humana, observata fuisse contendere licet. Ita fieri certe non potuerit, ut reflexionem luminis plane ignoraverint; homines enim vel maxime feri, omni cultu orbati, stupentes animadverterint necesse est figuram sui in aqua inversam, et ex imagine rei cujusdam ibi reflexæ, vel levissimus naturæ scrutator copiam experimentorum, unde leges reflexionis generales facile deduci possent, collegerit necesse est.

Qui primi, ut scriptum legimus, operam suam verterunt ad explicanda luminis phænomena, (illius enim disquirere naturam plerumque omiserunt), fuerunt antiquissimi illi Græcorum Philosophi, quorum de lumine sententias Plutarchus [5]) nobis communicavit. Inter eos *Pythagoras* statuit res extra nos positas sensum visus afficere emanatione continua particularum a superficie corporum, cujus sententiæ suffragati sunt *Democritus* et *Epicurus*. *Plato* e contrario statuit effluvia luminosa emanare tam ab oculo quam ab ipsa re externa s. objecto, quæ cum inter se collidunt

[5]) De Placitis Philosophorum IV Cap. 13, 14.

in organon visus reflectuntur. Hujus sententiæ accesserunt *Empedocles* et *Hipparchus*. Quamvis vero in hac Platonis doctrina prave statutum esset, radios oculis egredi posse, nihilo tamen minus proxime insequentes naturæ scrutatores proprietates duas luminis vel præclarissimas detexerunt, quæ, tamquam fundamenta totius de luce doctrinæ haberi possunt, nempe lumen, ex quocumque loco originem ducat, propagari in lineam rectam, illiusque, si a superficie corporis cujusdam lævigati reflectatur, angulum reflexionis esse angulo incidentiæ æqualem. — Inter *Stoicos* ea viguit sententia, visionem eo modo effici, ut lux forma conica inter oculum et res, quæ adspectu sentiuntur, fundatur; verticemque illius coni in oculo, basinque in ipsa re visibili positam dixerunt. — Per totum illud temporis spatium, quod a Pythagora usque ad Aristotelem elapsum erat, Materialismus et Idealismus vicissim ea fuere principia, in quibus omnis rerum cognitio posita fuit; quæ vero cum valde diversa fuerunt, non solum inter singulos unius ejusdemque familiæ Philosophos, sed etiam inter familias ipsas concertandi materiam præbuerunt. *Aristoteles* vero medium tenuit inter factiones illas, quarum altera omnem cognitionem a ratione, altera ab experientia rebusque externis petendam esse statuit. Ostendit enim, sensus externos prima esse totius naturæ cognitionis principia, et rationem esse eam, quæ de iis omnibus, quæ sensuum ope cognoscere possumus, judicium ferat, nec quidquam verum esse posse, nisi una et conjunctim operentur. Inter ea, quæ ei novam, magisque, ut videtur, probabilem explicationem debent, lux non infimum tenet locum. Ante eum Philosophi dixerunt lucem esse materiem a corporibus lucentibus emanantem, ille vero hoc non modo non negavit, sed contendit esse aliquid, quod proprium sit aëri, quod motu exsistat, et in organon visus agat [6]). Motus ille, porro dicit, in sole oriens, haud aliter ac sonus e corda tensa ad nos propagatur. Celeberrimus ille Geometra *Euclides* primus fuisse fertur, qui tractatum quendam, in quo de doctrina lucis aliquanto fusius quæritur, conscripsit [7]). *Heliodorus* etiam a *Larissa* [8]) et *Seneca* [9]) doctrinam de luce tractaverunt. Hunc, qui propter figuram arcus coelestis circularem, quam a motu, quem lumen in Atmosphæra ejusque vaporibus excitat, pendere opi-

---

[6]) De Anima, L. 11. Cap. 7. L. de sensu et sensibili C. 2. 3.

[7]) Hic tractatus in editione illa operum ejus quæ Oxoniæ impressa est invenitur Versio ejusd. tractatus Latina Parisiis edita est anno 1557.

[8]) Vide Priestley Geschichte und Gegenw. zustand der Optik, übers. von *Klügel*, Erster Theil, p. 11.

[9]) Quæstiones Naturæ L. 1. Cap. 2. 3. 5. 6.

natus est, lumini etiam effectum circularem tribuit, similem undarum, quas excitat lapis in superficiem aquæ projectus, hunc dico insecuti sunt *Cleomedes*, qui statuit visionem modo doctrinæ Pythagoricæ contrario fieri [10]), et *Ptolomæus*, illustris ille Alexandriæ astronomus, qui quinque de lucis doctrina libros conscripsisse fertur. Computavit etiam angulos refractionis radiorum luminis ex aëre in aquam, ex aëre in vitrum et ex aqua in vitrum incidentium. Refractionem astronomicam etiam attigit, quam originem suam diversæ ætheris aërisque densitati debere opinatus est. Per septingenta fere annorum interjectum spatium, in quo omnes fere artes et literæ in Europa neglectæ sunt, studium etiam naturæ plane obsoletum fuisse videtur. Tum vero Arabes illud sicuti perplurima alia studia amplexi sunt, nec defuere scriptores, qui operam etiam ad explicanda luminis phænomena verterint. Inter eos præcipue eminent *Al Farabius*, *Ebn Haithem* et *Jacobus Alkindi*, quorum vero opera plane deperdita sunt Quæ ex scriptis eorum ad nos pervenerunt, id unum comprehendunt, quod edidit *Alhazen* [11]), quem ad finem sæculi undecimi vixisse constat. Illum scientiæ non parum profuisse, inde patet, quod opiniones, visionem spectantes, per tam longum temporis spatium stabilitas, refutavit demonstrans, radios ex objecto ad oculum pervenire. Præcipuam præterea operam in doctrina de refractione posuit. Ille opinionem etiam illam probavit, inveniri ætherem vel coelum crystallinum, dicens substantiam coeli multo subtiliorem esse aëris, ideoque credidit refractionem radiorum non ex vaporibus Atmosphæricis proficisci, sed ex diversa pelluciditate et densitate aëris densioris, qui prope terram, et ætheris vel aëris subtilioris, qui supra eandem versatur. Viam quam monstraverant Arabes, ingressi sunt *Vitellius* [12]), *Peckham* et celeberrimus ille *Rog. Baco*, cujus summa sunt merita in omnes Physices scientiæ partes, quod eas partim experimentis locupletavit, partim adhuc incognita detexit. Quod ad lucem attinet, sententiæ illæ veterum Philosophorum addictus fuit, radios lucis ex oculis emanare. Credidit enim totam naturam ita esse comparatam, ut quæcunque res negotium suum vi quadam propria perficere posset. Literis deinceps instau-

---

[10]) Delambre, *De l'Optique de Ptolomée*, in *Connaissance de Tems*. 1816. p. 243.

[11]) Alhazen de crepusculis. Hoc opus ex Arabico translatum, primum a *Risnero* sub titulo *Thesaurus Opticæ* Basil. 1572 editum est.

[12]) Opus ejus opticum, in quo multa ocurrunt experimenta refractionem luminis spectantia, multaque quibus luminis extenuationem per refractionem et reflexionem demonstrare conatur, primo editum est 1535, deinde 1551 Norimbergæ et postremo in *Risneri Thesauro Opticæ*.

ratis viri exstitere, cum ceteris suis studiis celeberrimi, tum etiam de doctrina lucis meritissimi *Maurolycus* [13]), *Baptista Porta* [14]), *Baco de Verulam*, *Antonius de Dominis*, *Galilæus* [15]) et *Keplerus* [16]), qui, quantum in quocunque eorum fuit, in eo elaborarunt, ut magis magisque perfecta evaderet scientia illa, quæ totum studium Naturæ amplectitur. Horum itaque doctrina factum videmus, ut non solum multa instrumenta ad opticen pertinentia, ut Camera optica, Telescopium, Microscopium et Laterna Magica inventa sint, sed etiam ut phænomena ope vitri ocularis observata accuratius quam antea explicarentur.

Si, quæ hucusque ad cognitionem luminis perfectiorem reddendam effecta sint, accuratius perpendamus, summam eorum partem in experimentis, phænomena ejus spectantibus, positam inveniemus. Ut vero cognitioni illi naturæ, quæ studio Philosophiæ nititur, aliquid incrementi afferretur, in sæculo decimo et septimo exstitere duumviri celeberrimi et doctissimi *Gassendi* et *Cartesius*, a quibus novus rerum ordo nasceretur. Qui, quamvis inter se diversas tuerentur sententias, (ille enim contendit atomos et vacuum totam constituere naturam, hic vero, materiam omnem ex atomis quidem consistere, nullum vero in mundo exsistere vacuum), tamen in eo utrique elaborarunt, ut disciplinam illam dialecticam totam tollerent, aditumque campo cuidam, in quo liberius versari posset omnis naturæ indagatio, aperirent. Alter horum *Gassendi* admodum multa de luce ejusque phænomenis scripsit [17]). Jam a juvenili ætate studio cum esset captus Aristoteli obluctandi, in eo causa est quærenda, cur principiis systematis Epicuri, secundum quod lux est materia quædam ex rebus externis emanans eoque modo sensum visus afficiens, systema suum superstruxerit. Hujus

---

[13]) *Fr. Maurolyci*, Abbatis Messanensis, theoremata de lumine et umbra, ad perspectivam et radiorum incidentiam facientia, &c. Lugd. Bat. 1613, ubi de visus Theoria multa disseruit, contendens humorem crystallinum esse lentem, qui radios rerum extra nos positarum in retinam colligit. Ille etiam primus problema illud solvit, cur solis imago rotunda videatur, etiamsi radii ejus per foramen angulare in conclave obscurum immittantur.

[14]) De refractione, optices parte, Libri novem. Neapoli 1583.

[15]) Experiendo primus explorare conatus est quænam lumini inest celeritas. Vide *Muschenbrock* Tent. Exper. Acad. del Cimento, P. II. p. 183, ubi commemoratur methodus investigandi utrum lux tempore an instantanea velocitate moveatur.

[16]) Ad Vitellionem paralipomena, quibus Astronomiæ pars optica traditur &c. Auctore *Keplero* Francof. 1604. Cap. 1:mum et 5:tum.

[17]) Vide Priestley Geschichte und gegenw. Zustand der Optik pag. 84.

sententiæ sese opposuit *Is. Vossius*, qui contendit ignem sive flammam non esse corpoream, ideoque lumen multo minus esse posse corporeum [18]). Alter ille *Cartesius* [19]), universum mundi spatium, per quod radii lucis propagantur, globulis suis secundi elementi repletum statuerat, eosque perfecte duros fecerat. Ut motus hujusmodi globulorum propagatur, simili modo radios lucis efformari existimavit. Soli enim aliisque corporibus lucidis, ejusmodi perpetuam partium agitationem tribuit, quo fieri oportuit, ut, quam primum aliquis remotissimorum horum globulorum impulsum quemcumque accepisset, in instanti ad oculum usque propagaretur, ibique visionis sensationem excitaret. Si Cartesio innotuisset, quod postea extra omnem dubitationem positum est, lumen non puncto temporis, sed simili modo quo sonus, certo tempore per datum intervallum propagari, (quod inventum *Cassini* et *Roemer* Astronomis celeberrimis debemus [20]) globulos suos certe non contiguos statuisset, sed quam minimis intervallis a se invicem remotos, et sic luminis propagationem successivam non difficulter explicavisset. Ut vero illa propagatio secundum lineam rectam fiat, necesse est ut globulorum, per quos impulsus communicantur, centra sint in directum posita. Diu sententia illa Cartesii viguit, sed qui eam postea animo meditati sunt controversi aliquid complecti eam putaverunt, dicentes, principiis geometriæ quoddammodo repugnare, plures globulos ita disponi posse, ut secundum quamque directionem centra eorum in lineis rectis sint constituta. Ita *Mallebranche* [21]) luminis propagationem modo explicationis soni simili explicavit. Secundum hanc explicationem sunt omnes corporis luminosi particulæ in motu rapidissimo constitutæ, qui motus in materia illa subtili elastica, qua spatium intra corpus luminosum et oculum repletum statuit, pulsus format. Inter Cartesianam ejusque hypothesin ea tantum interest differentia, quod pro globulis illius duris vortices fluidi sui elastici substituit, quorum quisque vortex impulsum acceptum ad proxime insequentem transfert. *Huyghenius*, credens miram illam luminis celeritatem non posse convenire cum emanatione particularum e cor-

---

[18]) De lucis natura et proprietate. Amst. 1662. p. 5.

[19]) Dioptrica Cap. 1. §. 3, 4 item Principia Philog. P. 111. §. 55. 63. 64.

[20]) Histoire de l'Acad. Royale des sciences, année 1707. p. 77. item. Anm. om ljusets hastighet af *Wargentin*, Sv. V. Ac. Handl. 1744, p. 132 etc. Invenit Roemerus radios a sole ad terram intervallo 8 minutorum pertingere, quæ via cum circiter ducenties centena millia milliariorum efficit, lux uno minuto secundo spatium quadraginta millia milliariorum continens, percurrat necesse est. Est igitur celeritas luminis decies centies mille major ipsius soni.

[21]) Memoire de l'Acad. Royale des sciences à Paris 1669. p. 32.

pore lucido, aliud condidit systema, secundum quod lumen ut sonus in vorticibus fluidi cujusdam elastici, undulatione vel oscillatione propagatis, consistit, eamque propagationem lineis in seriebus vorticum proxime adjacentium, in eorumve centris perpendicularibus, fieri statuit. Vorticibus illis luminosis figuram non circularem sed ellipticam addit, cujus explicationis ope phænomena crystalli Islandici enucleare conatur [22]). *Du Hamel* non solum systema illud, quod a Gassendi, sed etiam illud, quod a Cartesio conditum erat, impugnavit, sententiamque Aristotelis sequutus est, autumans lumen esse aliquid, quod corporibus proprium sit [23]).

Si quæ hoc temporis spatio, quod nunc adumbravimus, ad luminis cognitionem effecta sunt accuratius perpendamus, sine dubio apparebit, summam eorum, quæ observata sunt, partem, ipsius luminis phænomena spectasse, eosque, qui in natura ejus perscrutanda occupati fuerunt, in duas abiisse partes, quarum altera lumen esse materiam, altera contrariam tuiti sunt sententiam.

§. 4.

Cum ea sit omnium corporum remotorum natura, ut duplici modo nos afficere queant, vel effluviis, quæ ab iis emanant et sensuum nostrorum organa feriunt, vel motu, quem in circumjacentibus corporibus excitant, qui ad sensus nostros per omnia corpora intermedia propagatur, sic in explicando, quomodo ad nos perveniat, et in nos agat lumen, modo hæc modo illa, uti ex allatis patet, prævaluit opinio. In hac sententiarum distractione subito physices scientiam nova imbutam forma, planeque immutatam videmus operibus immortalis *Newtonis*, sagacissimi naturæ scrutatoris et interpretis, qui non solum ea, quæ negligentia superiorum temporum dilapsa fluxerant, severioribus vinxit legibus, sed etiam, quæ depravata erant, experimentis correxit, multaque usque eo incognita detexit. Præter leges gravitationis, motum centralem sonique propagationem, quæ omnia ei explicationem debent, ab illo etiam valde magnam operam in accuratiore phænomenorum luminis explicatione collocatam esse reperimus. Ad ea enucleanda ei, sicuti illis, qui sententiam ejus amplexi sunt, probabilis fuisse videtur illa opinio, solem aut quodcunque corpus lucidum, tum motu intestino partium suarum, tum rotativo, momento quoli-

---

22) Traité de la lumière. Leyde 1690. *Hugenii* opera Vol. 3. p. 46.
23) Astronomia Physica. Paris 1660.

bet celeritate incredibili vibrare sui particulas minimas et subtilissimas, quæ in sphæram protenduntur ingentissimam, atque in visus organon incurrentes, motum quendam ei communicant, qui, per debitos nervos ad sensorium perductus, lucis sensationem in anima excitat. Propagationi huic nihil obstare dicunt, cum spatium nos inter ac solem vacuum sit, quoniam, si ut Cartesio placuit, subtilis quædam exsistere posset materies, qua adimpletum esset hoc spatium, illa non posset nullam resistentiam motui planetarum et cometarum objicere. Newtonus vero, cum nullam retardationem in his corporibus deprehendere potuerit, coelos omnis resistentiæ expertes atque adeo vacuos statuit, et sic systema Cartesii, quod nullum vacuo locum relinquit, vehementissime oppugnavit. Quemadmodum igitur corporum odores percipiuntur emanatione particularum minimarum, quæ olfactus organon titillant, sic secundum Newtonianos [24]) e corpore lucido particulæ minimæ evibratæ oculumque impellentes luminis et colorum sensationem procreant, qua de causa hanc opinionem nomine *Systematis emanationis* appellarunt Physici. Huic hypothesi, etiamsi conditorem habuerit auctoritate præstantissimum longeque celeberrimum, et ideo multos numeraverit et adhuc numeret sectatores, varia tamen opposita fuere argumenta [25]), quorum vero maxima pars ab *Eulero*, summo sæculi proxime præterlapsi Mathematico, sollertissimoque naturæ scrutatori, originem ducunt. Demonstravit enim, Newtonianos illud non posse assequi, quod maxime intendant, ut planetæ et cometæ nullam resistentiam offendentes nihil de motu suo amittant. Cum enim ad hæc corpora in orbibus suis continenda, vi opus sit centripeta, et ejusmodi vis in vacuo absoluto concipi non possit, nullum dubium esse potest, quin radii lucis cum materia quadam subtili sint conjuncti, quoniam in vacuo radios lucis statuere absurdissimum foret. Cum igitur in coelo nullum punctum assignari queat, ad quod radii lucis non penetrent, totum coeli spatium necessario materia illa subtili, qua radii constant, quamque ætheris [26]) nomine appellavit, perpe-

---

[24]) Newton Optice, Qu. XXIX, p. 298.

[25]) Ex. gr. ab *Hooke* in Micrographia, *Pardies* et *Mariotte*. *Pardies* ex. gr. contendit, figuram spectri prismatici oblongam, quam Newtonus diversa radiorum refrangibilitate explicavit, nulla hujus rei ratione habita explicari posse, vel secundum hypothesin a *Grimaldo* conditam, expansione quadam luminis, cui ille motum celerrimum tribuit, vel secundum hypothesin *Hookii*, diffusione vel expansione undulationum, quæ secundum ejus opinionem in æthere ex corpore lucido ad omnes partes expanduntur.

[26]) An vere exsistat talis quædam materies jam ab antiquissimis temporibus in utramque partem disputatum est. Apud Græcos sententiam illam viguisse deprehendimus,

tuo erit repletum. Hinc sequitur, dum Newtoniani universum mundi spatium vacuum putant, illud materia illa subtili, radiis necessario conjuncta, plenissimum efficiant; et si omne medium corporeum resistenti-

---

subtilem quandam inter astra inveniri materiem, quam ætheris nomine apellarint, et res illa pervulgata, nullum in mundo existere vacuum, hanc opinionem corroboravit. Tum prodiit Aristoteles, et contendit ætherem elementum esse singulare, unde exorta est illa opinio Atmosphæram et ætherem, eisdem finibus, ac mare et ei impendens aër, esse circumscriptos, quæ usque ad nostra tempora prævaluit opinio, etiamsi ab *Hevelio* esset demonstratum, nullam aliam inter aërem ætheremque interesse differentiam, quam quod hic illo valde subtilior sit, quod a *Melanderhjelm*, (in Bemerkungen über die Atmosphäre der Erde der Sonne und der übrigen planeten, Gilb. Annal. 1800. III, p. 110—112) probatum esse reperimus. Inter eos, qui vehementissime contenderunt ætherem exsistere, *Eulerus* (in dissertatione de Relaxatione motus planetarum, in Euleri opusculis p. 245.) egregium obtinet locum. Ostendit ætherem, nisi cum planetis communem habeat motum, ob inertiam ipsis necessario resistere; sin autem eadem celeritate, qua planetæ circa solem, revolvatur, cometæ, qui cursum secundum directiones habeant oppositas directum, eo majorem resistentiam sentire debent. De cometis, cum eorum apparentia non sit perennis, tantum ex pluribus ejusdem cometæ reversionibus, tempora periodica conferendo, aliquid concludi potest. Sic cometa qui 1682 apparuit, idem esse censetur qui 1607 et 1531 est observatus; et secundum calculos Halleii, tempus a prima ad secundam anno circiter excedit tempus a secunda ad ultimam elapsum, unde indubitatum hauritur testimonium resistentiæ ætheris in motu cometarum. Hæc omnia, ab eo ad ætheris exsistentiam comprobandam effecta, nec digna visa sunt ad quæ animus attenderetur, nec a quodam refutata sunt. *Laplace* in Memoires de l'Acad. des sciences à Paris 1772 p. 370 et Mec. céleste IV. p. 313, utut etiam *Schubert* in Bodes Astr. Jahrbuch für 1802, p. 165, in eo elaborarunt, ut accuratius investigarent quænam sit vis resistentiæ ætheris. Anno 1811 primum omni dubio exemtum est, Halleiium hæc omnia non temere dixisse, cum *Gruithuisen* observationibus elicuit, caudas cometarum in Atmosphæra solis eodem modo se habere, ac flamma candelæ in nostra atmosphæra, illorumque curvaturam ex ætheris resistentia proficisci, quod a *Brandes*, observationibus circa figuram caudarum cometarum institutis, comprobatum est. Anno 1826 *Encke*, cum orbitam cometæ, qui ab illo nomen ducit, calcularet, in eam venit cogitationem, ætheris resistentia consideretur necesse esse, ut ea quæ concludantur certissima evadant, et posuit densitatem ejus esse in ratione inversa quadratorum distantiæ cometæ a sole. Hinc suspicarunt, ætherem atmosphæram quandam solis efformare, quæ saltim eo, ubi adhuc videri potest cometa, extenditur. A *Gruithuisen* non solum hoc erat repertum, sed ulterius ope legis Mariotticæ ætherisque elasticitate demonstratum est, atmosphæram corporis cujusdam eandem ac vis ejus gravitatis habere extensionem, terræque atmosphæram in atmosphæram solis non prius quam in spatio 44 et 49 milliariorum supra terram transire posse. Eo perventum erat, cum *Valz* calculo eliceret, atmosphæram solis, crescente perpetuo densitate, compressione sua ambitum cometæ diminuere, qua re hypothesis Enckii nuperrime allata comprobata fuit, ætherisque exsistentia tertio quodam testimonio extra omne dubium posita.

am parit, necesse est ut illa quoque materies motui illorum corporum quoddammodo resistat. Causa vero, cur in planetis hæc resistentia tam exigua sit, ut ad eam percipiendam multa etiam millia annorum vix sufficiant, in eorum longe majore densitate sine dubio quærenda est. Resistentia enim pendet a densitate medii, quæ si fuerit minima, etiam ipsam resistentiam insensibilem esse oportet. Contendit præterea, materia solaris, si radii lucis tamquam flumen continuum e sole emanent, jacturam faciat necesse esse, quæ, quamvis ob tenuitatem radiorum eam in infinitum diminuere liceat, ut quovis momento minima concipiatur, tamen longa temporum serie notabilis evadet. Huic ratiocinio a patronis systematis emanationis opponitur, exhalationes sic dictas solis, postquam in ejus atmosphæram ascenderint, more exhalationum terrestrium iterum coalescere nubium instar, et deinde in solem descendere, qua ratione tantum novi alimenti sol semper aquireret, quantum amitteret. Illo argumento iterum objici potest, nos minus bene ab exhalationibus humidis terrestribus, quæ in guttas aqueas coalescunt et decidunt, ad eandem particularum solis siccarum naturam concludere posse. Cum hic ratiocinandi modus ad doctrinam de propagatione luminis per emanationem stabiliendam non sufficeret, ad attractionem corporum mutuam refugerunt naturæ scrutatores [27]), contendentes, ad superficies planetarum lumen colligi et condensari, eosque luminis maribus esse, sicuti nobis apparent, revera obductas; eos ad solem ceteraque corpora lumen ejicere, eodem modo quo illud sol ad eos emittit; eosque denique continuam hanc luminis jacturam pariter ac sol continenter recuperare. Quando vero sagacitate animi recentioris temporis Physicorum experimentis explorari coeptum est, non solum lunam, sed etiam ceteras planetas corpora esse phosphorescentia [28]), et propria luce prædita [29]), quæ vi solis excalfactoria producta ad nos

---

[27]) Præter Newtonem, *De l'Isle*, *De la Hire* et *Marat*; hanc opinionem experimentis comprobare conati sunt.

[28]) Jam sæculo decimo et septimo *Licetus* Prof. Bologn. indicavit lunam esse corpus phosphorescens, ejusque sententiam posterioris ætatis docti amplexi sunt. *Cfr. Placidus Heinrich* Phosphorescenz der Körper, 5:te Abth. Nürnb. 1811. 1820 p. 79. §. 120 item Schweigg. Journ. 1814. X. p. 69, nec non *J. Leslie* Bemerkungen über das Licht des Mondes und der Planeten. Schweigg. Journ. Neue Reihe 1825, XIII. p. 185—197.

[29]) Hac de re Leslie in opere citato mentionem facit, et de illa se primum a Cel. *Arago* fuisse edoctum indicat, qui hanc lunæ inesse naturam ope polarisationis luminis detexit. Dicit se ejus sententiæ veritatem, experimentis circa Venerem ceterasque lucentes planetas institutis comprobavisse, quas eandem habere naturam invenerit. — *Arago* præterea concludit ex experimentis circa lumen corporum candentium,

pervenit, illa etiam argumentatio magnam probabilitatis suæ partem amittit. Autumarunt etiam Astronomi, planetas satellitesque per luminis solaris ad eorum superficies reflexionem nobis evadere visibiles. Hanc vero opinionem ad observationes luminisque naturam non esse convenientem Eulerus docuit [30]), ostendens radium luminis reflexum imaginem ejus corporis, a quo reflectitur, oculo non adducere, sed imaginem illius, quod illud ad hocce corpus reflectens emittebat. Si igitur lumen, quod a luna ad nos venit, a sole perveniret, et ad superficiem lunæ reflecteretur, non lunam ipsam, sed imaginem solis in superficie lunæ depictam, perspiceremus, pariter ac imaginem solis in speculo cernimus, illum vero non animadvertimus speculi locum, quem solis imagooccupat. — Cuicumque cognitum est, effectum, quem corpus quoddam motu suo producit, per quantitatem ejus motus exprimi, h. e. per celeritatem ductam in corporis massam; quoniam vero celeritas luminis summa est, particula quæque luminis infinite parva, radiusque lucis infinite tenuis sit necesse est. In quibusdam vero Phænomenis explicandis, fasciculus esse existimatur infinite multarum, inter se diversarum, luminis particularum, quæ duo rei unius ejusdemque repræsentandi modi inter se quodammodo repugnare videntur.

Ex allatis præcipue patet, Newtonianos vacuum tuendo non solum male sibi constare, sed etiam sibi ipsos contradicere. Si enim omni alia materie orbatum esset totum mundi spatium, illud saltim radiorum multudine plenissimum esset, de quibus radiis vix explicabile videtur, quomodo duo pluresve eorum ex diversis regionibus tam incredibili celeritate sibi occurrentes se mutuo in motu non perturbent [30]). Hac explicatione admissa, particulas radii cujusdam luminis inter se intervallo multorum millia milliariorum distare, hoc e contrario intervallum repletum erit lumine aliorum corporum coelestium, quorum tam multa millia uno tempore lucem emittunt. Præterea, si radii lucis tanta rapiditate e sole effluerent, natura corporum diaphanorum aliter explicari non posset, nisi in iis meatus rectilinei radiis transitum concedentes statuantur; quoniam ve-

3

sive solidorum sive fluidorum, magnam luminis partem, quod emittunt corpora candentia, in intimis corporibus generari et ex loco quodam pervenire, quem experimentis determinare adhuc restat. Cfr. Annales de Chemie et Physique Sept. 1824. p. 89.

[30]) Ad hoc declarandum Newtonus ponit, lumen esse fluidum discretum, h. e. ejus indolis, ut particulæ ejus inter se magno intervallo distent. Cum vero temporis intervallum, quo luminis in oculum effectus durat, intra limites 0, 1 et 0,5 minutorum secundorum positum sit, particulæ luminis quater saltem millia milliariorum inter se distare possunt, nulla perturbatione radiorum luminis effecta.

ro nulla concipi potest linea recta, per quam transire non potest radius lucis, corpora etiam quaquaversus perforata esse debent, ideoque talia corpora nullo modo inter se cohærere possunt [31]).

Hæ difficultates, quæ Systemati emanationis adhærere videntur, causam Eulero præbuerunt aliam condendi hypothesin, in qua ille lumen, quod Newtoniani substantiale quid esse arbitrabantur, per accidens oriri demonstrare conatur. Ponit enim, dari fluidum quoddam tenuissimum aëreum, nihil aliud cum aëre commune habens, præter summam elasticitatem quod omnia loca in mundo, ab aliis relicta, adimpleat, quodque ætheris nomine appellarit. Secundum hanc opinionem corpora lucida seu lucentia ea sunt, quæ ipsa per se, etiamsi ab aliena luce non illuminentur, visui se spectanda præbeant, quibusque itaque vehementissimam inesse oportet particularum agitationem, qua istæ particulæ in continuo motu vibratario constituantur, unde in æthere pulsus, hincque radii excitentur. Punctum igitur quodcunque luminosum circum semetipsum sicuti centrum seriem undulationum concentricarum propagat, quæque undulationes se invicem sine ulla earum perturbatione secant. In his undulationibus, particulæ ipsæ ætheris, etiamsi in continuo motu constitutæ sint, ulterius tamen non feruntur, sed talem tantummodo recipiunt impulsum, ut eandem necessario iis, quæ circumcirca sunt, communicare possint, simili modo ac sonus per aërem propagatur. Quoniam vero particula quæque ætheris, in qua propagantur undulationes luminis, motum suum ad vicinas, in lineam rectam per fontem ipsius luminis ductam, communicat, partem etiam motus sui ceteris omnibus particulis, quæ illam tangunt illiusque motum impediunt, communicat. Hinc sequitur, a particula quacunque novam undulationem sphæricam creari, cujus centrum in illa positum est.

Secundum hunc repræsentandi modum, lux, si hominem respiciamus, sensatio quædam est, quæ motu continuo vibratorio ætheris eodem modo in oculo, ac in auri, motu aëris sensatio soni oritur. Motus ille tremulus, qui cum indole ipsius theoriæ vel hypotheseos tam arcte cohæret, ut sine eo intelligi nequeat, in causa est, cur nomine *Systematis oscillationis* s. *vibrationis* apellata sit. Ab illis jam temporibus, quibus in perscrutanda luminis natura versatus est Newtonus, cujusque rei justa ei debetur admiratio, ad nostram usque ætatem Systema Emanationis inter Physicos præ-

---

[31]) Vide Euleri Nova Theoria lucis et colorum p. 180.

valuit, alterumque systema non solum non refutatum, sed ne vix quidem attentione quadam dignum visum est. Præcipua, quæ huic hypothesi objecta fuere, circa effectus lucis chemicos ejusque secundum lineam rectam propagationem versantur, quas duas res ejus subsidio explicari non posse contendunt. Quod ad effectus chemicos attinet, æque facilem explicationem secundum hoc ac secundum illud admittunt. Secundum hypothesin Newtonianam illæ ex affinitate luminis cum particulis corporum cum organicorum tum organis destitutorum derivantur [32]). Si vero ponatur, ejusmodi affinitatem etiam inter corpora ipsa ætheremque exsistere posse, motumque vibratorium, actione quadam mechanica in partibus corporum ponderabilibus excitatum, ad nexum eorum chemicum producendum conducere, effectus lucis chemici haud difficile intelligi videntur; perpendendum præterea est, hos effectus ab efficacia virium particularum minimarum pendere, illosque posse æque faciliter procreari mutuo partium accessu et recessu, in quo posita est vis motus vibratorii, ac in vaporibus, qui compressione quadam in fluida transmutantur. Quod ad propagationem secundum lineam rectam attinet, natura motus vibratorii ea est, ut vibrationes, quæ in unam tantum directionem fiant in corpore quodam, in omnes tamen directiones eadem celeritate propagentur; celeritas vero partium earum, a quibus intensitas sensationis excitatæ pendet, infinite parva est in iis directionibus, quæ cum directione oscillationis primitivæ non conveniunt, si illam cum ea contuleris, quæ hac directione fit, idque eo magis, quo majore celeritate motus ille propagatur. Pars quæcumque undulationis ita se propaget necesse est, ut extremitates semper inter easdem lineas rectas, a puncto luminoso ductas, comprehendantur. Quamvis enim undulationes variæ, quæ particulis, quæ in dato spatio inveniantur, originem debeant, se ipsæ extra spatium illud diffundant, ita tamen uno eodemque temporis momento concurrere non possunt, ut undulationem, quæ motum terminet, componant, nisi in arcu illo, qui communis earum tangens est. Hæc in causa sunt, cur lumen, cum ex undulationibus constituitur, tantum in lineam rectam propagetur. Si enim ponamus

---

[32]) Non solum *Fresnel* sed etiam *Arago* demonstrarunt, lucis effectus chemicos non solum non hac theoria explicari posse, sed etiam eorum sententiam, qui eos in affinitate quadam luminis cum particulis corporum consistere contendant, plane falsam esse. Si enim vera esset ejusmodi hypothesis, effectus eo majores excitarentur, quo major particularum luminis multitudo esset, nec unquam effectus lucis chemici majores evaderent, si pars quædam radiorum incidentium exciperetur, quod ita fieri experiendo exploravit Cel. Arago. Vide Poggend. Annal. der Phys. und Chemie. 1828. XII. p. 395.

aperturam quandam corporibus opacis esse circumdatam, undulatio luminis, a puncto luminoso propagata, lineis illis, quibus terminatur apertura, terminetur necesse est, quoniam particulæ undulationum, quæ extra aperturam extenduntur, imbecilliores sunt, quam quæ lumen producant. In hac igitur theoria nihil est quod impedit, quo minus lumen, ut in lineam rectam propagatum, considerandum sit. Systema vibrationis eam etiam ob causam Systemati emanationis anteponendum videtur, quod motus ille vibratorius sine diminutione quadam materiei per sæcula sæculorum durare potest, nec alias quasdam expostulat vires, quam quæ corporibus sonoris insunt, eis tantum gradu intensitatis dissimilibus. — Uniformitas motus luminis, quæ secundum Theoriam Newtonianam aliquanto difficilius explicatur, alteram theoriam commendat, quoniam, uti cognitum est, impulsus quicunque in fluido elastico eadem celeritate propagatur.

§. 5.

Postquam a Newtono statutum erat, lumen esse materiem, quam sententiam vulgo inter Physicos viguisse reperimus, illud alia quadam ratione, quam in illa corpora collustrandi, in qua usque eo versati erant, chemica nempe, examinare inceperunt. Uti vero antea, ita nunc etiam de luminis natura Chemici in diversas abierunt sententias, unde duæ exortæ sunt scholæ, quarum altera phlogistica, altera antiphlogistica nominata est. Inter eos, qui in illa cum ingenii subtilitate tum doctrina admirabiles exstitere, *C. W. Scheele*, hic novus novæ doctrinæ inventor, quem suum Suecia gloriatur, singularem constituit ætatem. Experimentis circa ignem et aërem institutis, conclusit, lumen non esse materiem quandam simplicem, sed talem, quæ Phlogiston, quod ab aliis quibusdam rebus non compositum existimat, contineat [33]). Ex schola illa Phlogistica complures habuit sectatores, apud quos viguit amor ille artis chemicæ et lucis ab hoc tamquam patre acceptus. Cum vero fines quæstionis præscripti prohibeant, quo minus omnia, quæ ab omnibus hujus scholæ scriptoribus effecta sint, afferamus, nomina eorum, qui inter ceteros eminuerunt, enumerare sufficiet. Ita *Priestleyus* contendit, lucem phlogisto similem habere effectum, qui effectus qualis sit non indicat, sed id tantum

---

[33]) Vide *C. W. Scheeles* chemische Abhandlung von der Luft und Feuer, nebst einem Vorbericht von T. Bergmann; 2:te Ausgabe von *Leonhardi*. Leipz. 1782, p. 73. §. 69. item Opurucla Physica et chemica auctore Scheele. Lips. 1779 quæ *Hermbstadius* germanice vertit et anno 1793 Berolini edidit, Cfr. Tomus 1 pag. 24, 25.

certum esse profitetur, in luce phlogiston inesse [34]), quem secuti sunt *Berthollet*, *Ingenhouss*, *Senebierus*, *Fulhame* et ille, qui adhuc in vivis est *Humboldus*; de quibus omnibus constat, illos experimenta a Scheelio et Priestleyo instituta partim repitivisse et confirmavisse, partim nova quædam addidisse, et in genere in luminis effectibus chemicis perscrutandis summam posuisse operam.

Antequam ad scholam illam antiphlogisticam perveniam, non possum non breviter ea exponere, quæ de natura luminis sagacissime excogitavit *de Luc* [35]), cui adsentitus est *Marat* [36]), cujusque opinio cum ideis, quas nonnulli de solis natura finxerunt [37]), quem non ut olim totum esse ignem putant, optime convenire videtur. Soluta quæstione, quid sit fluidum elasticum, lumen tale esse fluidum contendit, quoniam ex partibus constat discretis, motuique suo dispersionem in mundo debet. Ignem vero inter vapores numerat, illumque uti omnes vapores ex fluido deferente (lumine) et parte ponderabili (materia ipsa ignis) constare dicit. Ab igne lumen sola compressione liberatur. Quoniam vero, quando materia ignis et lumen una conjunguntur hoc vim suam res collustrandi sæpe amittit, et phænomenon caloris producit, quod in causa est, cur qualitates, quas per se singula habent, amittantur, lumen et calorem phænomena esse dissimilia nec uno eodemque fluido orta contendit. Lumen enim, ut dicit, ex celeritate illa incredibili oritur, qua in mundo materia luminis propagatur; calor vero illa est luminis cum materia ignis conjunctio, quæ partim inertia ipsius materiei ignis, partim vi attractionis corporum orta est.

Qui scholæ antiphlogisticæ dediti fuerunt, opinionem de luce Phlogisticorum contrariam habuerint necesse est. Ut vero in hac alii inter se consentientes, alii diversi fuerunt, ita in illa etiam discrepantiam animadvertere licet. Hanc rerum immutationem *Lavoisiero* esse tribuendam, quis

---

[34]) Experiments and Observations on different Kinds of Air. Vol. III. Sect. XIII. 1777. et Philos. Transact. P. II. p. 139.

[35]) Idées sur la Meteorologie, übersetzt unter Titel: Neue Ideen über Meteorologie. Berlin 1787. Erster Theil. §. 115—264.

[36]) Découvertes sur le Feu, l'Electricité et la Lumiére.

[37]) *Bode*, *Schröter*, *Herschel* et *Lichtenberg* in *Bodes Astronomisches Jahrbuch* für 1791 et 1792, utut etiam in *Göttinger Taschen-Kalender* für 1798.

est qui nesciat? Ille existimavit, lumen modum esse caloris [38]), ejusque sententiæ adstipulati sunt *Girtanner* [39]), *Hagen* [40]) et *Link* [41]). Aliter alii.

§. 6.

Omissis iis, qui de natura luminis perscrutanda vel minime meriti sunt, ad nostram ætatem transeuntes, scientiam illam optices utut etiam alias scientiæ Physices partes non solum accuratius investigatas, sed etiam rebus eo usque incognitis locupletatas inveniemus. Si animum ad tempora illa, quorum jam a nobis facta est mentio, verterimus, Newtonianam illam de luce doctrinam præcipue floruisse patebit. Tunc exortus est anno millesimo et octingentesimo *Th. Young,* et opinionem, quam habuerunt Hookius, Huyghenius et Eulerus, restituit, lumen esse sono valde simile, et in undulatione medii cujusdam, cui ætheris nomen additum est, consistere, quodque circum corpus lucidum tamquam centrum in undulationibus sphæricis propagatur [42]). Præter ea, quæ hac de re secum meditatus est, ut luminis cum sono similitudinem monstraret, et dubium, in quo posita esset Theoria Huyghenii, quodammodo amoveret, difficultatem quandam, qua laborat Theoria Newtoniana, usque eo parum consideratam, in medium protulit, quæ in celeritate illa consimili posita est, qua secundum hoc Systema lumen e corporibus omnibus emanat, sive calore sint conjuncta, sive alio modo luceant. Secundum systema emanationis lux e corporibus lucidis vi repulsionis [43]) evibratur, quæ vis infinite

---

[38]) *Lavoisier* System der Antiphlogistischen Chemie, übers. von *Hermbstädt.* Berlin 1792. p. 26.

[39]) Anfangsgründe der Antiphlog. Chemie. 2:te Aufl. Berlin 1795. p. 14.

[40]) Grundsätze der Chemie, Königsherg 1796. p. 22.

[41]) Beobachtungen und Betrachtungen über den Wärmestoff. Rostock und Leipzig 1796. p. 181.

[42]) Vide Outlines of Experiments and observations respecting Sound and Light, Philos. Transact. for the Year 1800, p. 106. Cfr. Gilb. Annal. 1806. XXII. p. 337. seqq.

[43]) Doctrinam de viribus repellentibus fortissime impugnavit Cel. *Banieres*, qui hanc doctrinam penitus pessumdare videtur; observavit enim, stupendam adeo esse vim solis attractricem, ut inconceptibilis sit omnis repulsionis ratio, maxime cum incredibili celeritate ferantur massulæ lucis; si gravitationes Planetarum in Solem conferuntur cum ipsius Solis in massulam in superficie ejus positam gravitatione, quam certissimum est, Planetarum illam non esse vim, ut massulas lucis a sole detrahant, ideoque repulsionis ne apparentis quidem phænomenon possibile videtur; sed concessis jam repulsionibus, dubium non minus grave oritur, regressus radiorum ad solem ratio cum nulla sit, magnam materiæ suæ partem solem continuo perdere debere, ideoque lux ejus demum aut exstingueretur, aut ipsa solis massa valde attenuata Planetis more stabili circumagendis non amplius sufficeret.

magna erit, ut non solum gravitationem superet, sed etiam tantam lumini tribuat celeritatem. Quomodocunque hoc se habeat, id tamen vix fieri posse videtur, ut omnes stellæ fixæ, quamvis inter se magnitudine et distantia dissimiles, nec flumen vel tenuissimum electricum, nec concrematio vel maxime languida, in lumen talem exerceant vim, quali opus est ad eandem ei celeritatem, ac fervor ipsius solis, tribuendam. In systemate vero Vibrationis hæc celeritas nullis obnoxia esse potest difficultatibus, quoniam idem est medium elasticum, per quod lumen ad omnia corpora propagatur, et in medio homogeneo elastico undulationes simili celeritate propagantur [44]). Post annum iterum systema undulationis consideravit [45]), illudque ad omnia phenomena explicanda adhibuit. Opinionem illam probat, dari ætherem tenuissimum, summa elasticitate præditum, qui lucem nobis afferat, totumque mundi spatium adimpleat; undulationes in illo excitari, simulac corpus lumen spargere incipiat; numerum colorum ex numero dissimili vibrationum, quas in retina lux excitet, pendere; quarum hypothesium cum Theoria Newtoniana consensus ex locis e scriptis Newtonis collectis monstravit. Deinde præcipua quædam undulationis phænomena demonstrat, et colores superficierum striatarum, laminarum exilium et crassarum, utut etiam eos, qui inflexione procreantur, ab effectu, quem producunt undulationes duæ ex diversis locis proficiscentes, oriri contendit. His vero non substitit, sed scientiam optices duobus aliis locupletavit dissertationibus [46]), in quibus partim nova quædam in lucem protulit, partim ante allata experimentis demonstravit. Colores, quos in altera describit, ii sunt, qui filis exilibus lamellisque, ut dicunt, mixtis originem debeant. Illos ex conjunctione duorum luminis fasciculorum oriri putat, quorum alter a filo reflectitur, alter ad latus ejus contrarium inflectitur, et in directionem alterius denique incidit. Colores lamellarum mixtarum ii sunt, qui oriantur, quando lumen per lamina duo vitrea, inter quæ fluidum quoddam adductum est, penetrat. Quando fimbriæ coloratæ sub adspectum venerunt, aërem lumini immixtum esse observavit. Colores illi visui se semper spectandos præbent, quando

---

[44]) Experimentis sonum spectantibus evictum est, undulationes eadem celeritate per aërem propagari, quod postea calculis probatum est. Vide *Lagrange* Misc. Taur. Vol. 1, p. 91, utut etiam *Youngs* Syllabus Article, 239.

[45]) Theorie of Light and Colours Philos. Transact. of 1802. Cfr. Gilb. Annal. 1811. XXXIX p. 156.

[46]) An Account of some cases of the production of colours not hitherto observed. Philos. Transact. 1802. Cfr. Gilb. Annal. XXXIX p. 206; et Experiments and Calculations relative to Physical Optics. Philos. Trans. 1804. Cfr. Gilb. Annal. XXXIX p. 262.

intervallum duorum vitrorum proxime adjacentium portiunculis materiarum diversarum repletum est, ut aqua et oleo, oleo et aëre, vel aëre et aqua. Illos inde oriri putavit Young, quod lumen alterum medium penetrans majori celeritate ac in altero movetur, quod in causa est, cur, si inter se misceantur media, secundum leges generales effectus colorum procreent. In altera dissertatione legem interferentiæ generalem experimentis demonstravit, ostendens fimbrias colorum re vera ex conjunctione duorum luminis fasciculorum proficisci. Quod inventum maximi fuisse momenti non solum inde patet, quod multorum phænomenorum explicationi viam aperuit, sed fauste etiam evenit, ut ope ejus quædam nova detegerentur, quibus veritas ejus magis probata fuerit. His nihil aliud addendum puto, quam quod viro huic celeberrimo honos ille merito tribuatur, theoriam quandam luminis et colorum experimentis stabiliisse, cujus antea omnis vis in argumentationibus, ut ita dicam, vagis rationibusque haud sufficientibus posita fuit.

Post hanc ætatem alii, ut *Rumford* [47]), theoriam nunc allatam solam esse veram contenderunt, alii alias condiderunt Theorias, ut *Parrot* [48]), qui phænomena optica e qualitatibus luminis chemicis deducit, unde systema chemico-opticum appellatum est, et *Oersted* [49]), quem suum Dania gloriatur, qui lumen simulac calorem viribus electricis originem debere contendit, alii, ut *Malus*, *Arago*, *Biot*, *Brewster*, *Frauenhofer*, in phænomenis explicandis omnem posuerunt operam.

Recentissima si quæras, eaque maxime egregia, quæ ad naturam facultatesque luminis perscrutandas effecta sint, longius quam ad decennium proxime præterlapsum regrediendum non est. Ubicunque aliquid de lumine planius enucleatum legas, nomen Cel. illius *Fresnel* certe commemoratum invenies, cum quo, proh dolor! multa, quibus hæc disciplina non solum illustrata sed etiam amplificata fuisset, mortua sunt [50]). Intellexit ille sicuti Young, sententiam eam, secundum quam lumen in mo-

---

[47]) Vide über die Quelle des Lichtes bey Verbrennung. Schweigg. Journ. 1813. IX. p. 242, 255.

[48]) Grundriss der theoretischen Physik zum Gebrauche für Vorlesungen. Dorpat. 1809. Cfr. Gilb. Annal. 1815, LI. p. 245.

[49]) Gilb. Annal. LXXII p. 139 item Kongl. Danske Viderskabernes Selskabs Naturvidenskablige og Mathematiske Afhandlinger. Förste Deel. 1824, i Oversigten over Selskabets Forhandlinger p. XVI.

[50]) Die 14 Julii 1827 mortuus est.

tu quodam vibratorio seu oscillatorio consistit, non tam leviter ac antea tractandam esse, præcipue cum plurima phænomena optica ejus tantum subsidio perfecte explicari possint. Cum vero ea, quæ de propagatione et natura luminis in medium ab eo prolata sunt, non solum per se magni sint momenti, sed etiam magnam vim habeant ad multas physices partes illustrandas et desideriis temporis nostri plane respondeant, lectores forsan grave non ferant, si gravissima quæque ejus disquisitionis [51]) breviter exponam.

Præmissis quibusdam de motu oscillatorio in fluidis, transit ad declarandum, quomodo ejusmodi motu lumen generari possit. Ut alii, qui systema Oscillationis amplexi sunt, ita ille etiam propagationem luminis eo modo fieri statuit, quod corpus quodcunque lucidum, h. e. tale, cujus particulæ in rapidissimo sive vibratorio sive oscillatorio motu constitutæ sunt, motum hunc ætheri, quo nihil magis elasticum, communicat, unde in illo undulationes oriuntur. Ut hæ generentur undulationes, hypothesin illam adhibet, particulas corporum illorum, quæ illas generant, parvas facere oscillationes, penduli cujusdam ex æquilibrio aliquantulum re moti similes [52]), quarum altera oscillationis pars prorsum, altera rursum movetur. Quando prorsum movetur, ætheri agitato celeritas quædam tribuitur, quæ ad celeritatem puncti luminosi prorsum moventis rationem habet directam; quoniam vero hæc celeritas ex parte ætheris proxime sequentis ad illas, quæ insequuntur, non tam cito propagari potest, fit etiam ut in partibus ætheris, quæ punctum illud luminosum insequantur, densitas quædam oriatur. Finito hoc motu, rursum moveri incipit punctum luminosum, quem motum antea compressus æther ope elasticitatis sequitur, quo etiam fit, ut tenuior evadat. Quoniam vero per totam oscillationem punctum illud motum non habet uniformem, sed ad medium usque motum uniformiter acceleratum, et postea, usquequo revertitur, motum uniformiter retardatum, summa etiam ætheris celeritas vel densitas in medio undulationis primæ partis posita erit, vel, quod idem est,

4

[51]) Vide: Über das Licht von Fresnel. Poggendorffs Annal. der Physik und Chemie. 1825. III. p. 303—328. item, Supplément à la traduction Française de la cinquième édition du Système de Chimie par Th. Thomson par I. Riffault. Paris 1822.

[52]) Hanc hypothesin Newtonus adhibuit in evolutione propositionis XLVII libri II Princip. ubi celeritatem motus pulsuum per fluidum elasticum definivit, indeque propagationem soni derivavit. Eulerus etiam in Theoria sua lucis et colorum p. 188, cum de propagatione pulsuum determinanda agitur, cum Newtono assumit, motum pulsuum esse uniformem, et cujusvis particulæ in pulsu agitationem similem esse motui penduli minimas oscillationes absolventis.

intervallum inter punctum luminosum et hanc celeritatem $\frac{3}{4}$ totius undulationis efficiet; summa tenuitas vel celeritas motus sensu contrario in medio undulationis partis posterioris posita erit, vel, quod idem est, intervallum inter hanc celeritatem punctumque luminosum $\frac{1}{4}$ totius undulationis efficiet; in medio cujuscunque undulationis integræ æque ac in initio et fine absoluta erit quies. — Spatium, quod occupabit undulatio quædam, non solum a celeritate, qua in fluido motus propagatur, sed etiam a diuturnitate oscillationis integræ puncti oscillantis pendebit. Quo enim longius hæc durat, et quo celerius motus propagatur, eo longius concussio prima a puncto oscillanti abest illo temporis momento, quo eo, unde egressum est, revertitur. Hæc distantia, quæ ob infinitam illam ætheris elasticitatem semper multo major est quam spatium, quod per unam oscillationem a puncto luminoso factum est, ad durationem cujuscunque oscillationis puncti luminosi rationem habet directam, vel, ut brevius hæc exprimantur, cum in uno eodemque medio celeritas propagationis eadem est, undulatio quæcunque integra congrua tantum est cum duratione oscillationum particularum oscillantium, quæ illas generant. Cum ad majores et minores oscillationes idem tempus requirit punctum luminosum, hæ et illæ undulationes ejusdem amplitudinis generabunt; quoniam vero ad majores oscillationes, ut eodem tempore ac minores absolvantur, major requiritur celeritas, et quoniam diversæ celeritates cujuscunque oscillationis in diversis undulationis inde generatæ particulis iterantur, fiet etiam, ut celeritas absoluta, seu densitas et tenuitas undulationis in majoribus oscillationibus major evadet quam in minoribus, quæ eodem tempore absolvuntur. Ut natura soni tantum ex duratione oscillationum aëris a corpore sonoro percussi pendet, et major minorve oscillationum amplitudo tantum ad intensitatem ejus augendam vel minuendam conducit, nulla naturæ ejus mutatione facta, ita quantitas vel intensitas luminis ab intensitate oscillationum ætheris vel ab amplitudine diversarum eodem tempore factarum oscillationum, qualitas vero h. e. color ejus ab oscillationis duratione pendebit. Finita prima eaque integra puncti luminosi oscillatione, illoque eo, unde egressum erat, reverso, prima etiam undulatio in æthere absoluta est. Quoniam vero fieri non potest, si analogiam cum sono respexeris, ut parvus quidam undulationum numerus, longeque minus singulæ quædam undulationes sensum visus afficere queant, parvo temporis spatio punctum quodcunque luminosum stupendum oscillationum integrarum numerum faciat necesse est [53]); et cum oscillatio

[53]) Secundum Fresnel punctum luminosum uno minuto secundo 500000000000 oscillationes absolvet.

quæcunque integra undulationem in æthere generat, hæ undulationes eadem celeritate insequentur, et systema, ut dicunt, undulationum prodibit. Uti oscillationes aëris certam quandam celeritatem habeant, ut audiantur, ita undulationes ætheris certam quandam celeritatem seu amplitudinem habeant, ut sensum visus afficiant. Omnes undulationes, quarum amplitudines intra limites 0,000620 et 0,000423 millim. = 0,000020 et 0,000014 unc. dec. positæ sunt, sensum visus afficiunt, vel eæ sunt, quæ nervo optico oscillationes tribuere possint. Undulationes majori minorive amplitudine gaudentes exsistere posse extra omnem dubitationem positum est. Particulæ enim ponderabiles, quarum oscillationes has in æthere undulationes generant, in excandescentia et concrematione corporum valde diversis obnoxiæ sunt viribus, et cum oscillationis cujuscunque duratio ab intensitate harum virium pendeat, amplitudo undulationis inde generatæ ab illa etiam pendere debet. Inter undulationes, quæ majorem minoremve habent amplitudinem, quam significant limites allatæ, nulla alia interest differentia, quam quod harum in effectibus chemicis, illarum in calore producendo omnis vis posita est. — Celeritas, qua quæque undulatio propagatur, ideoque etiam integri cujuscunque systematis in æthere undulationum eidem conditioni ac amplitudo cujuscunque undulationis, ætheris nempe elasticitati specificæ, obnoxia est; quæ cum maxima est, undulatio quæcunque uno minuto secundo spatium quadraginta millia milliariorum continens emetitur, similiter ac undulatio soni cujusdam in aëre eodem temporis intervallo spatium mille pedum emetitur. Hæc vero propagationis celeritas non ita est interpretanda, ut particulæ fluidiætherei tali celeritate moveantur, sed ut celeritati ætheri tributæ uno tantum minuto secundo opus sit, quo spatium, ab eo, unde egressa est, quadraginta millia milliariorum distans, emetiatur. Facillime etiam secundum Systema Oscillationis demonstrari potest, intensitatem luminis eadem ratione minui, ac quadrata distantiarum augentur.

Quibusdam forsan videbitur, me hanc dissertationis partem justo longius produxisse. Si vero perpendant, quanta semper fuerit hac de re sententiarum diversitas, certe intelligent, me de illis tantum aliquanto fusius dixisse, qui de doctrina lucis amplificanda præclare meruerunt, nomenque et merita ad sera usque tempora propagaverunt et propagabunt, et concedent me, servata perspicuitate, hæc brevius expedire non potuisse. Si vero minori voluptate brevem hanc adumbrationem legat quispiam, aliquam tamen utilitatem inde forsan capiet. Causam enim præbebit perspiciendi difficultates, quibus obnoxia est accurata talis cujusdam rei investigatio, et occasionem nobis aperiet ex diversis sententiis illam, quæ

cum explicatione phænomenorum præcipue convenit, eligendi. Ex tali præterea adumbratione videre licet, quomodo illa, quæ quotidie sub adspectum veniant, sæpe ad explicandum et perscrutandum difficillima sint.

PARS POSTERIOR

continens explicationem diversorum lucis phænomenorum tum secundum emanationis tum vibrationis systema.

§. 7.

Cum ex uno medio perlucido in alterum majori minorive densitate præditum oblique transit lumen, directionem suam mutat, quæ mutatio *refractionis* nomine appellata est. Radius luminis, qui unum idemque medium permeans viam suam in linea recta perficeret, nunc fractam sequitur, quæ in puncto, ubi ex uno in alterum transiit, augulum incidentiæ et refractionis parit, quorum sinus inter se rationem semper habent constantem [54]), quæque ratio, ut dicitur, refractionis, in quocunque radii incidentis situ non mutatur, quamdiu corpora, quæ in superficie refringenti sese tangunt, eadem remanent. Obiter etiam observari potest, radium incidentem et refractum in eodem esse plano. Est vero angulus incidentiæ, radii luminis e densiori in rarius medium incidentis, major quam ille, cujus anguli refracti sinus æqualis sit radio, tum radius non refringitur, sed ad medium, unde pervenerat, revertitur. Reflexio ergo oritur, quæ multo splendidior est, quam quæ ope superficiei metalli cujusdam lævigati producatur. Illam igitur *reflexionem totalem* apellarunt. — Multi sane fuerunt, qui in refractionis phænomena varie explicando variam impenderint operam [55]). Cum vero harum omnium disquisitionum palma tributa sit Newtonis, nullus certe ægre ferat, si in illa explicanda aliquantum immoremur. Quamdiu particula quædam luminis in medio uniformi versatur, pari in omni directione attractione afficitur, quod in causa est, cur nihil impediat, quo minus motum servet rectilineum. Sin vero ad medium majori attractionis vi præditum accedat, acceleratio quædam fit in directionem ad hoc medium perpendicularem, quæ vi attractionis tota efficitur, et sicuti corpus quoddam projectum propter vim gravitationis arcum describit parabolæ, ita etiam particula luminis curvam quan-

54) Newtonis Optice Lib. I. Pars. I. Prop. VI, p. 52.
55) Ut Cartesius, Fermat, Maupertuis, Barrow, plerique.

dam describet, cujus puncta eo minus ad perpendiculum erunt inclinata, quo altius in hoc medium penetraverit lumen; quando vero medium ita penetraverit, ut in omnes directiones pari attractione afficiatur, tum secundum tangentem hujus curvæ progreditur. Exemplo confirmare conatus est Newtonus, vim attractricem prope superficiem medii vi gravitationis infinite esse majorem. Hanc ob causam, et quoniam minima a corporibus distantia percipi non potest, pro certo etiam posuit illam, quam vis gravitationis, rapidius decrescere. Hanc vim, ex quocunque loco perveniat, et etiamsi ignota sit lex, secundum quam agat, vim refringentem appellavit. Secundum theoriam Newtonianam igitur, in medio refringenti vis quædam inest, quæ in particulas luminis majorem exserit attractionem, quam illud medium, unde pervenit, quæque vis ad minimam tantum a medio refringenti distantiam sese extendit, quoniam alias in vicinia hujus medii aberratio luminis a via recta animadverti posset, quod tamen numquam fieri experientia docet. Hæc vis directionem præterea in superficiem medii refringentis perpendicularem habebit, quoniam radius luminis ita incidens non refringitur, ceteri vero ad perpendiculum semper refringuntur [56]).

Exposita sic refractione secundum doctrinam Newtonianam, patet, illam ex attractione medii pendere. Quænam vero valet attractio? Secundum sententiam Celeb Newtonis plurimorumque Physicorum eadem est, qua cursus corporum coelestium moderatur. Hæc vero convenientia, quam tanti faciunt, minime valet; lumen enim cursum hac attractionis lege statutum non sequitur. Maxima quidem pars radii cujusdam luminis, ut videtur, hanc sequitur legem, pars vero haud exigua legi huic nullo modo obsequitur, sed in omnes directiones omni soluta legis vinculo sese diffundit, quod ex refractionis phænomeno facile intelligi potest. Si lumen ad superficiem medii refringentis gravitatione afficiatur h. e. vi illa, quæ massam et distantiam respiciat ideoque in intimis mediis agere desinat, cur omnia media ratione densitatis lumen non refringunt? [57]) Secundum hypothesin vero, quæ ætheris exsistentiam ponit, utut etiam se.

---

[56]) Qui methodum quandam cognoscere cupiant, cujus ope refractio secundum systema Emanationis Analytice exponitur, eos relegatos volumus ad La Place' *Mecanique celeste* L. X.

[57]) Secundum experimenta a *Biot* instituta, corpora homogenea hæc faciunt. Heterogenea vero, uti Hydrogenium, Oxygenium, Azotum etc. tali vi prædita non videntur.

cundum systema chemico-opticum radiatio versus latera explicationem admittit. — Causam, cur radius incidens in vicinia superficiei refringentis lineam describat curvam, Newtonus et illi, qui sententiam ejus amplexi sunt, in vi refringente [58]), per quadratum illud notissimum expressa, positam sine dubio censerunt. Huic vero repræsentandi modo ita comparatum esse, ut ei nihil obijci possit, non sum qui credam.

Secundum theoriam oscillationis refractio ita explicatur, ut, quando ex uno in aliud medium diversæ densitatis vel naturæ chemicæ lumen transeat, motus undulationum in hoc medio celerius vel tardius quam in illo propagentur. Singulæ enim undulationes per ætherem uniformi celeritate essent progressuræ, nisi ad obstaculum vel medium diversæ ab æthere naturæ offenderent. Quemadmodum undulationes, quæ lumen constituant, illud per corpora propagent, tres sunt explicandi modus: 1:o si materia illa, quam ætheris nomine apellant, corpora penetrare non potest, particulæ aquæ, vitri, etc. motum sibi ab undulationibus ætheris impressum ulterius propagare censendæ sunt; 2:o æther intervalla omnium corporum perlucidorum occupans censendus est, quodque etiam magnam præ se probabilitatis speciem fert; 3:o motum undulationum æqualiter transmitti per particulas materiæ ætheris in corporibus perlucidis sitas vel per particulas corporum ipsorum censendum est, quo fit ut ab una ad alteram motus transferatur. Quomodocunque hæc sese habeant, id tamen verum videtur, undulationes, si ad medium quoddam offendant, quod ratione densitatis ætherem superet, illas tum majus sese per illud propagandi temporis spatium requirere, quod in causa est, cur a via rectilinea deflectatur lumen et refringatur [59]). Quod ad veritatem hujus

---

[58]) Newtonis Optice, Lib. II. Pars. III. Prop. X. p. 209.

[59]) Quoniam in phænomenorum explicatione hæc theoria parum adhibita fuit, haud a re alienum duximus refractionis phænomenon exemplo illustrare. Esto AB superficies quædam plana, qua sejuncta sunt perlucida duo media, et AC pars undulationis, cujus centrum tam remotum est, ut AC tamquam linea recta consideretur. Punctum hujus undulationis C post certum temporis spatium ad superficiem refringentem AB in directione CB perveniet. Temporis vero spatium, quo usus est C ut ad B perveniat, A ad G perveniet in directione rectilinea AG, quæ cum CB æqualis est et parallela, ob eandemque causam pars quæcunque undulationis AC erit in GB, si medium tantummodo perlucidum, cujus superficies est AB, motum undulationis æque celeriter ac æther transmittat. Si vero ponamus, motum $\frac{1}{3}$ tardius transmitti, tum punctum A tantum $\frac{2}{3}$ ipsius CB emetietur in medio AB, ideoque singularem undulationem procreabit, cujus centrum est A, cujusque radius est $AR = \frac{2}{3}$ AG vel $\frac{2}{3}$ CB. Qui ratiocinandi modus si ad alia ipsius AC puncta adhi-

theoriæ confirmandam plurimum valet in eo positum est, quod illius ope phænomenon illud, quod in omnibus refractionibus observatur, inter sinus angulorum incidentiæ et refractionis rationem esse constantem, tam plane et luculenter explicatur. Facillime enim demonstrari potest sinum anguli incidentiæ esse ad sinum anguli refracti ut celeritas undulationum per unum medium ad celeritatem undulationum per alterum medium. — Phænomenon illud quod nomine *reflexionis totalis* appellatum est, cujusque mentio a nobis facta est, cum refractionem secundum Systema Emanationis enucleare conaremur, secundum alterum systema facillime explicatur [60]). Omnis ejus explicandi ratio in modo illo refractionis posita est, cum e densiori in rarius medium incidit radius luminis, qui modus similiter ac refractio vulgaris explicatur mutata tantum expressione $\frac{2}{3}$ in $\frac{3}{2}$.

Hanc refractionis luminis explicationem relinquere non possumus, quin de vulgari illo phænomeno, quod dispersio colorum appellatum est quodque ex diversa radiorum refrangibilitate originem ducit, aliquid dis-

---

beatur, intelligetur, illa eodem tempore, quo C ad B perveniat, non solum ad AB pervenisse, sed in medio ipso spatium permeasse æquale $\frac{2}{3}$ linearum illarum, quæ inter AB et BG duci possunt, et circum puncta ubi in AB incidunt, veluti circum centra, undulationes creavisse, quarum radii respectivi efficiunt $\frac{2}{3}$ linearum nuperrime dictarum. Hi omnes arcus tangentem habebunt lineam illam, quæ tangens est arcus primo generati, quod ex parallelismo radiorum eorum intelligi queat. Linea illá, quæ tangens est omnium harum undulationum minutarum, propagationem repræsentat ipsius undulationis AC, eo momento cum C ad B pervenit. Ut intelligatur quomodo AC successive ad hunc tangentem pervenit, lineas huic tangenti et undulationi ipsæ AC parallelas ducere sufficiet. Tum enim videbitur, lineam rectam AC in fractam transiisse, et in tangente illo iterum in rectam abiisse. Si per A ducatur linea AD ad AB perpendicularis, illa radium incidentem repræsentabit, et linea ad tangentem arcuum perpendicularis radium refractum. Hujus constructionis ope facile demonstrabitur, inter sinus angulorum incidentiæ et refractionis constantem esse rationem.

60) Ex ipso phænomeni nomine concludere licet, radium incidentem in superficiem refringentem penetrare non posse. Cur vero nihil luminis hoc casu per superficiem refringentem AB permeet, etiamsi appulsus undulationis AC ad illam motum in medio æthereo produceret, secundum theoriam vibrationis probabiliter explicatur. Quamvis enim variæ undulationes in medio æthereo infra AB generatæ sint, hæ tamen undulationes uno eodemque momento nullum habebunt tangentem communem. Si igitur CB $>$ $\frac{2}{3}$ AB, undulationes ultra AB generatæ communem non habebunt tangentem, si a centris K, K describantur circuli, quorum radii sunt $\frac{3}{2}$ LB, quoniam alter alterum complectetur, omnesque ultra punctum B reperientur. Nulla vero ratio est credendi talem in natura unquam posse incidere casum.

seramus. Ad illud explicandum, Newtoniani radiis vim tribuunt attractricem, quæ pro varietate radiorum effectum variat. Huic sententiæ aliquid inconvenientiæ inesse quis non videt? Principia vero systematis vibrationis prosequentes, hanc diversam radiorum refrangibilitatem luculenter explicare possumus. Hoc phænomenon contemplantibus patet, radios, qui minimam refractionem patiuntur, in oculo colorem rubrum repræsentare, eos autem, qui maxime sunt refrangibiles, colorem violaceum exhibere; et cum refractio a celeritate pendeat, radiorum rubrorum per medium quoddam transeuntium celeritas major esse debet, quam violaceorum. Quomodo hæc exsistat celeritas facile perspicitur, si perpendamus, quid evenire debeat, quando undulationes tam prope se invicem insequantur, ut sequentes in præcedentes agere possint. Quid enim aliud hac actione efficitur, quam ut augeatur aliquantum undulationum celeritas? Ut hoc luculentius perspiciatur, ad naturam solis animus tantum vertendus est. Quoniam in illo, sicuti in omni igne, singulæ particulæ summa vehementia agitantur, ejusdem particulæ vibrationes, cum primum percussa est, incitatiores erunt ideoque in æthere frequentiores undulationes producent, quam tum, cum motus ejus relaxatur. Confirmatur hoc exemplo cordæ tensæ, quæ nimis vehementer percussa, initio sonum acutiorem edere solet, quam sub finem motus. Radios ergo solares quia undulationibus non pariter distantibus constant, tamquam compositos contemplari licet. Undulationes a primis vibrationibus profectæ, sibi erunt propriores, quam quæ a motu jam relaxato ortæ sunt. Cum autem in sole ista semper duret agitatio, quælibet particula singulis momentis denuo incitabitur. Quando ergo ejusmodi radius in aliud medium oblique intrat et refractionem subit, undulationes propiores minus refringentur, quam remotiores, ideoque a se invicem separabuntur. Hinc ergo quasi ex uno radio plures per refractionem nasci videbuntur, quorum alii magis alii minus erunt inclinati ad lineam ad medium refringentem normaliter ductam. In illis autem, qui a perpendiculari magis erunt remoti, undulationum frequentia erit major, in his minor, et cum illi sensum coloris rubri excitent, hi violacei, intelligere licet, radios rubros majori undulationum frequentia atque adeo eodem tempore sensum visus sæpius percutere, quam radii violacei. Cum radius hujusmodi compositus et nondum refractus colorem album præ se ferat, manifestum est, colorem album non a radiis simplicibus sed compositis proficisci, in quibus varia sit undulationum frequentia. — Postquam novissimis temporibus, ope phænomenorum interferentiæ, non solum a *Fresnel* [61]) sed etiam a *Frauen-*

---

[61]) Poggend. Annal. 1825, III. p. 114.

hofer [62]) amplitudo undulationum diversi generis luminis calculo determinata est, pro certo ponere possumus, undulationes luminis albi refracti septem genera uudulationum diversæ amplitudinis generare, quæ in causa sunt, cur exsistent colores sic dicti prismatici. Hoc idem longe antea *Young* dixerat [63]), cum dispersionem colorum ex similitudine undarum aquæ, quarum latiores celerius, angustiores tardius propagantur, explicavit.

§. 8.

Si lumen in superficiem corporum illorum quæ reflectentia dicuntur, quæque ad secundam corporum classem referuntur, incidit, ab illis plus minusve secundum variam illorum naturam ad medium illud perlucidum, unde pervenit, ita reflectitur, ut radius incidens et reflexus in eodem sint plano, angulusque incidentiæ angulo reflexionis sit æqualis. Hoc phænomenon, quod *reflexionis* nomine apellatum est, Newtoniani ita explicant, ut corpus illud reflectens ad certam distantiam in particulas luminis, quæ ad illud accedant, vim quandam exserat repellentem, lumenque, priusquam superficiem corporis attigerit, in medium unde pervenerat curvam parabolæ describens redire cogat. Causa, cur vis illa repellens suam agendi vim exserere non tum primum incipere possit, cum ad superficiem reflectentem perveniat lumen, in eo quærenda est, quod asperitates, quæ in quocunque corpore vel maxime lævigato inveniuntur et ad tenuitatem luminis infinite magnæ sunt, efficerent, ut in omnes directiones lumen reflecteretur, nec eo ordine, quo incidit, quod tamen ita fieri experientia docet. Inter hanc vim et illam, quæ ad refractionem explicandam adhibita est, nullam interesse differentiam putant Newtoniani; dicunt enim corpora refringere et reflectere lumen una eademque vi diverse in diversis circumstantiis se exserente [64]). Etiamsi perfacilis omnino sit refractionis et reflexionis secundum hypothesin Newtonianam explicatio, variæ tamen oriuntur difficultates, si utraque phænomena inter se conferre tibi placuerit. Cum enim corpus nullum perlucidum omne, quod in illud incidit, lumen refringat, sed partem illius semper reflectat [65]), unum idem-

5

[62]) Gilb. Annal. 1823. LXXIV. p. 359.
[63]) Lectures on Natural Philosophy Vol. I. p. 463.
[64]) Vide: Newtonis Optice Lib. II, pars III. p. 208.
[65]) Experiendo invenerunt corpora, quo majori prædita sunt vi refractoria, eo majorem luminis partem reflectere, quamvis, si valde magni sint anguli incidentiæ, minorem partem quam aqua reflectant.

que corpus in quibusdam particulis luminis vim repellentem, in aliis vero unius ejusdemque generis vim attrahentem exserat necesse est [66]). Hoc, uti alia quædam phænomena, Newtonus ope virium facilioris reflexionis faciliorisque transmissus explicare conatus est. Pro certo ponit, luminis quemque radium, simulac e corpore lucido primum emittitur, vices has nancisci, quæ, quando ulterius progreditur, in æqualibus revertuntur intervallis, et efficiunt, ut in quocunque hujus vicis accessu facilius per superficiem refringentem transmittatur ac reflectatur, cum in illis intervallis, quando hoc accessu caret, ab eadem superficie facilius reflectitur ac per eam transmittitur. Causam igitur, cur superficies corporum crassorum perlucentium lumen, quod in illas incidit, partim reflectant, partim refringant, in eo quærendam esse statuit, quod radiorum alii, quo tempore incidunt, sunt in vicibus facilioris reflexionis; alii autem in vicibus facilioris transmissus. Quæ explicatio quamvis concinna videatur, difficultatem [67]) tamen in se habet, si perpendamus unam eandemque superficiem refringentem eo majorem luminis quantitatem reflectere, quo major sit angulus, quem faciant radii incidentes, et quamcunque materiam refringentem, si ad 90° propius accedat angulus incidentiæ, omne in eam incidens lumen reflectere. Omissis aliis, quæ huic explicationi objici possunt, miræ illæ particularum luminis tenuitati et celeritati, ex quibus secundum Theoriam Newtonianam radii lucis constant, quodammodo repugnare videtur [68]). — Opinio illa, cui addictus fuit Newtonus aliique, spatium illud, in quo agit vis reflectens supra limites illas sese extendere, quibus circumscriptum est spatium, in quo vim posuerunt refringentem, a Cel. *Brewster* [69]) recentiore tempore, observationibus ex lege polarisationis luminis per reflexionem ductis, in dubium vocata fuit. Opinatur ille

---

[66]) Hæc vero non sola difficultas. Æque difficile enim est intelligere, quomodo numerus radiorum reflexorum cum vi corporum refractoria augescat.

[67]) Vide: Kurzer Bericht von den Resultaten neuerer Versuche über die Gesetze des Lichtes und die Theorie derselben von Frauenhofer. Gilb. Annal. 1823. LXXIV. p. 366. — Ante illum *Jourdan* demonstravit, non solum vim illam repulsivam, sed etiam has radiorum vices exsistere non posse. Cfr. Gilb. Annal. 1804. XVIII. p. 25, 26.

[68]) Cfr. *Herschel* in Gilb. Annal. 1814. XLVI. p. 26.

[69]) Philos. Transact. 1816, ubi ostendit vim refringentem in lumen reflexione polarisatum antea egisse, quam reflexum fuerit. Si enim polarisatio luminis tantum a vi reflectente penderet, angulus polarisationis esset 45°. Lumen vero ad varios angulos polarisationem patitur, qui anguli, cum vi refringente crescunt. Vis igitur refringens ad majorem distantiam a superficie corporis perlucidi extenditur ac vis reflectens, quod non solum cum analogia convenit, sed etiam in causa est, cur phæ-

radium incidentem primum a vi refringente fuisse affectum, reflexionemque fieri prope corpus ipsum intraque spatium, in quo sita est vis refringens. Hoc principio suffultus, non solum phænomena polarisationis per reflexionem explicat, sed etiam illud, quod aliter explicari nequit, aquam plus luminis quam vitrum reflectere, si magni sint anguli incidentiæ uti a 78^0 ad 90^0. — Newtonus credidit, vim repulsivam eodem modo agere ac vis attractiva externa, inverse uti quadrata distantiarum crescunt; corpus igitur quodcunque regionem quandam habet, in quam cum lumen incidit repelli incipitur. Hac in re errat sane Newtonus, si enim vis repulsiva ita ageret nulla exsisterent corpora.

Secundum systema vibrationis reflexio luminis nulla laborat difficultate, quoniam ex comparatione corporum elasticorum tota explicatur, de quibus cognitum est, partem motus illorum vibratorii reflecti, quando ad superficiem mediorum diversæ inter se densitatis apellunt, partem vero in altero medio propagari [70]). Quamvis vero pars motus ætheris corpori reflectenti communicetur, celeritas tamen undulationum, ex qua pendet æqualitas anguli incidentiæ et reflexionis, nullam aliam commutationem patitur, nisi ratione directionis; percussio enim exigua et vehemens in eodem medio undulationes ejusdem celeritatis excitat, simili ratione ac corpora elastica temporibus æqualibus formam primitivam recipiunt, sive majori sive minori vi fuerint compressa. Angulus itaque incidentiæ et reflexionis æqualis fiet, etiamsi medium reflectens partem motus luminis incidentis excipiat. Per reflexionem igitur neque intervalla undulationum, neque eorum æqualitas seu inæqualitas turbabitur, sola directione excepta. — Experiendo etiam exploravit Fresnel, corpore plane lævigato non opus esse, ut rite peragatur reflexio, cum idem perficiatur corpore quodammodo opaco oblique in radios incidentes inclinato [71]).

§. 9.

Phænomena luminis, in quibus explicandis hucusque versati sumus, jam per sat longum temporis spatium non solum cognita fuerunt, sed eti-

---

nomena adhuc inexplicata explicari possint. Demonstravit præterea directionem radii luminis sub angulo polarisationis in materiem quamcunque incidentis, tali modo vi refringente mutari, ut angulus incidentiæ ad quem reflectitur et polarisatur æqualis sit 45^0.

[70]) Cfr. *Hugenii* Traité de la Lumière. Cap. 2. *Poisson* in Annales de Chimie et Physique 1823. Tom. XXII. *Fresnel* Poggend. Annal. 1828. XII. p. 203.

[71]) Poggend. Annal. 1828. XII. p. 210.

am ita explicata, ut iis a recentioris ævi physicis nihil incrementi afferri potuerit, quam quod in experimentorum, quibus magis confirmata fuerunt, vi positum deprehendas. Sunt vero quædam alia phænomena, quæ tota ætati nostræ originem debeant, inter eaque illud, quod consistit in mutua particularum luminis ex eodem fonte egredientium in se ipsas actione, postquam intervalla diversæ magnitudinis emetitæ sunt, quodque ex mutua hac actione nomen *interferentiæ* ducit [72]). Ut simplicissime ostendatur hoc phænomenon, lumine homogeneo utendum est [73]), quod per foramen valde exiguum immittatur in specula vitrea vel metallo confecta, quæ utraque colore nigro tincta erunt et ita composita, ut inter se angulum valde obtusum efficiant. Radii hinc reflexi in quadam a speculis distantia lente, brevi distantia focali prædita, excipi debent, per quam lentem, quæ ita oculo adaptari debet, ut cornea transparens tota illustretur, spatium illud contemplandum est, in quo radii ab utrisque speculis reflexi sibi invicem occurrunt. In hoc spatio tum permultæ parallelæ, a se invicem æque distantes, alternatim fulgentes et obscuræ oculis obvenient fimbriæ, quæ, si lumen ab uno speculo reflexum excipiatur, statim evanescent et spatium totum a lumine ab altero reflexo uniformiter illustratum relinquent. Hinc patet, fimbrias ex mutua duorum luminis fasciculorum actione generari, obscuritatemque ex certa quadam luminis in lumen actione posse proficisci. Si metiamur distantiam harum fimbriarum, patebit, fimbriam intermediam inter imagines puncti luminosi a speculis reflexi medium ipsum tenere; vel, quod idem est, lumen ab utrisque speculis reflexum unum idemque viæ spatium emetietur ut inde perveniat. Si deinde metiamur distantiam inter primas fimbrias fulgentes ex utraque fimbriæ intermediæ parte sitas, differentia viarum luminis ab utrisque speculis reflexi ut hic perveniat, cognita nobis evadet, quæ differentia latitudine fimbriæ fulgentis et obscuræ æquabitur et quantitate d assignari solet. Si ulterius mensuram faciamus, patebit, hanc fimbriarum fulgentium ordinis secundi, tertii etc. differentiam æqualem esse 2 d, 3 d, 4 d, 5 d et sic in ceteris. Cum æque latæ sint fimbriæ fulgentes et obscuræ, inde

---

[72]) Hoc phænomenon a Cel. Young anno 1800 detectum nomine *interference* ab anglico illud *interfere* apellatum est.

[73]) Hæc res difficultatibus semper obnoxia fuit, quas nostra ætate superare primum licuerit, cum *Frauenhofer*, qui de scientia optices tam bene meruit, methodum lumen homogeneum obtinendi aptam exposuit, cujus hæc summa est: Si radii per prisma refracti in vitrum Telescopii objectivum incidant, quod eâ est naturâ, ut radios parallelos in foco colligat, imaginem colorum ibi collectam vitro oculari contemplantibus, quisque color a ceteris separatus cernetur.

sequitur, has ex radiis proficisci, quorum viæ differentia æqualis est $\frac{1}{2}$ d, $\frac{3}{2}$ d, $\frac{5}{2}$ d, $\frac{7}{2}$ d, et sic in ceteris. Hinc sequitur, conjunctionem radiorum maximum quoddam luminis generare, si differentia viarum ab illis emensarum æqualis sit o, 2 d, 3 d, 4 d, &c. illosque e contrario se invicem delere obscuritatemque generare, quorum differentia æqualis sit $\frac{1}{2}$ d, $\frac{3}{2}$ d, $\frac{5}{2}$ d &c. Multitudine experimentorum instituta circa has fimbrias, Fresnel amplitudinem undulationum seu valorem illius *d* calculavit, quem pro vario luminis genere varium esse reperit, pro rubro maximum, pro violaceo minimum [74]). Cum secundum Theoriam Newtonianam nulla in natura particularum luminis insit ratio, cur nunc mutua agendi vi particula quædam luminis alii majorem tribuat intensitatem, nunc eandem hac intensitate privet, fieri certe non potest, ut alio modo quam ope theoriæ undulationis explicetur.

Ex illis, quæ nuperrime allata sunt, videre licet, valorem ipsus *d* cujuscunque coloris, amplitudini undulationis hujus coloris plane respondere [75]). Quæcunque, uti jam cognitum est, undulatio ex duabus consistit partibus, quarum motus, excepta directione, unus idemque est. Si igitur undulationes sibi invicem ita occurrant, ut dimidium antecedens unius in dimidium posterius alterius incidat, motus, qui sensu contrario fit, alter alterum disturbet necesse est, unde quies h. e. obscuritas orietur; sin vero ita sibi ocurrant, ut dimidium antecedens unius undulationis in dimidium antecedens alterius incidat, dimidiaque posteriora eodem modo sese habeant, fiet, ut celeritas undulationis in illis locis, ubi casu priori evanesceret, hic augeatur. Quod primum si acciderit, differentia viæ a puncto lucido ad eum locum, quo sibi invicem occurrunt, ex 1, 3, 5, 7 &c. dimidiis undulationibus h. e. ex $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{2}$, $\frac{5}{2}$, $\frac{7}{2}$ d &c. conficitur; alterum vero si acciderit, hæc differentia ex o, 2, 3, 4, 5 &c. totis undulationibus, h. e. o, 2, 3, 4, 5 d &c. conficitur. — Cur tam ra-

---

[74]) Si ex radiis in specula incidentibus, quidam perlucidum quoddam corpus ex gr. vitrum transeant, statim observabitur, fimbrias utriusque generis situm suum mutare, quæ quidem mutatio rationem illam semper sequitur, quæ inter vim refringentem vitri et aëris exsistit. Qua cognita, mutatio facile calculatur. Si quæ hoc calculo efficiantur cum iis, quæ experientia edocti cognoscimus, comparentur, perfectam inveniemus convenientiam, uti ostenderunt *Arago* et *Fresnel*. Permutata quidem ratione, ex mutatione fimbriarum per corpns quoddam perlucidum, quænam sit ejus vis refringens, colligere licebit. Cfr. Poggend. Annal. 1825. V. p. 253.

[75]) Hic ipsius *d* valor, quando varia penetrat media, ita mutatur, ut convenientia quædam cum ratione refractionis facile agnoscatur.

ro observetur phænomenon illud, de quo hoc paragrapho agitur, etiamsi undulationes luminis sæpissime sibi occurrant necesse est, in eo Fresnel positum putat [76]), quod 1:o Radii, qui sibi occurrent, ex eodem fonte egrediantur necesse est; 2:o parvo inter se undulationum numero different; 3:o parvum in occurrendo angulum efficient, quoniam fimbriæ alias nimis angustæ fiunt; 4:o punctum, unde radii egrediuntur, quoad fieri potest ad punctum geometricum proxime accedat. — Si ad hoc phænomenon producendum lumine albo utamur, totum cito oculos effugiet. Quoniam enim secundum systema undulationis diverse refrangibiles vel diverse colorati radii diversam habent undulationum amplitudinem, primum colorum quædam permixtio exsistet, si ex quibusdam undulationibus conficitur differentia viarum; si vero major sit hæc differentia, fiet, ut colores, qui ad certum quendam undulationum numerum pertineant, in illos, qui ad numerum proxime majorem pertineant, plane incidant, unde mutua fulgentium et obscurarum prodibit fimbriarum destructio.

Huc pertinere videtur phænomenon illud annulorum coloratorum a Newtono accurate descriptum [77]), quod ei obvenit, cum vitrum convexum et planum comprimeret, in eaque lumen homogeneum ex. gr. rubrum incidendum curavit. Causam horum annulorum, qui vitris arctius compressis sese diffundebant, Newtonus in diversa crassitudine interjectæ lamellæ aëreæ jure positam putavit. Diametros orbitarum, ubi lucidissimæ erant, dimensus, quadrata earum in arithmetica esse progressione numerorum imparium 1, 3, 5, 7, 9, 11 &c. invenit, unde intervalla ipsorum vitrorum, seu densitas interjectæ lamellæ aëreæ, qua parte annuli isti apparebant, in eadem fuerint progressione necesse est. Diametros annulorum nigrorum lucidioribus illis interjectorum dimensus, earum quadrata in arithmetica numerorum parium 2, 4, 6, 8, 10, 12, &c. progressione invenit. Ad hoc phænomenon explicandum Newtonus hypothesin suam vicium facilioris reflexionis faciliorisque transmissus adhibuit [78]). Huic hypothesi convenienter Newtonus diversitatem colorum, quam ostendunt corpora in diversa lamellarum, quibus constant, crassitudine, vel ad quam lumen penetrat, positam putavit, quamobrem radius ille coloratus, qui

---

[76]) Vide Poggend. Annal. 1825. V. p. 233.
[77]) Optice Lib. II, Pars. I. p. 143.
[78]) In hoc phænomeno explicando cum Newtono dissentiit *Herschelius*, contendens, causam illius non in vicibus ab illo admissis, sed in ipsa radiorum luminis indole et motu, vel in modo, quo eo momento, quando annuli visui se spectandos præbent, a superficiebus vitrorum afficiuntur. Cfr. Gilb. Annal. 1814. XLVI. p. 72.

in dispositione facilioris reflexionis huic crassitudini respondente versatur, reflectitur, ceteri vero vel absorbentur vel transmittuntur. Hæc, quamvis primo intuitu simplex videatur hypothesis, nullam profecto phænomeni ipsius explicationem complectitur, sed ipsum est phænomenon verbis tantum breviter expressum. Sin vero ad phænomenon, quod ex occursu radiorum nomen ducit, cujusque mentio nuperrime facta est, refugiamus, explicatio horum annulorum nulla difficultate laborabit, cum ostendetur, illos generari ex mutua duorum systematum undulationum in se ipsa actione, quorum alterum a superficie superiori, alterum a superficie inferiori lamellæ interjectæ aëreæ reflectitur. Ut planior fiat ipsa explicatio, memoria repetendum est præceptum quoddam reflexionem luminis spectans, cujus hæc summa est: lumen, quando ad interiorem medii cujusdam densioris partem reflectitur, undulationem illi contrariam, quæ reflexione medii densioris in aërem oritur, generare [79]). Hinc ergo intelligitur, motum luminis oscillatorium esse positivum vel negativum, secundum quod undulatio quædam intra vel extra medium quoddam densius reflectitur. Si normaliter incidat lumen in superficiem lamellæ interjectæ aëreæ superiorem, h. e. in inferiorem vitri superioris superficiem, partialis quædam exsistit reflexio, quo fiet, ut intensitas luminis per lamellam aëream transmissi aliquantulum diminuatur, et in vitro superiori alterum undulationis systema oriatur, cujus intensitas intensitate luminis transmissi multo erit minor. Lumen hoc transmissum, quod reflexione pallulum tantum diminutum est, ad alteram lamellæ aëreæ superficiem perveniens, aliud systema undulationum reflexarum generabit, ejusdem, ac illius, intensitatis, quod ab altera superficie proficiscitur. Quoniam superficies lamellæ interjectæ, in vicinia puncti illius, quo se invicem tangunt vitra et ubi generantur annuli, inter se sunt parallelæ, undulationes unam eandemque emetientur viam, eo tantum discrimine, quod radius lucis, ab altera lamellæ aëreæ superficie reflexus, spatium, duplici lamellæ aëreæ densitati æquale, plus alterâ emetietur. Cum vero inter has undulationes ea præterea interest differentia, quod altera intra vitrum ipsum seu medium densius reflectitur, altera vero extra ipsum illud medium reflectitur, motus oscillatorius secundum principium allatum diversæ erit indolis. Si igitur ex differentia viarum maximum quoddam luminis oriretur, concludere licet, minimum oriri, et vice versa, quod exemplo illustretur. Quoniam in ipso puncto, ubi se invicem tangunt vitra, densitas aëris interjecti $= 0$

---

[79]) Hoc inventum disquisitionibus a Cel. *Young* institutis debemus. Calculis postea comprobatum est a Cel. *Poisson*.

est, ideoque nulla exsistit viarum differentia, summa etiam undulationum congruentia valebit. Cum vero motus oscillatorius signa habet opposita, contrarium accidet, undulationes se invicem delebunt, punctumque illud reflexione visum totum nigrum apparebit. Sin vero vitrorum intervallum quartæ totius cujusdam undulationis parti æquet, spatia undulationum utrinque reflexarum dimidia undulatione different, unde perturbatio undulationum fieret; igitur ex allatis sequitur, ut inter eas summa convenientia valeat, punctumque hoc maxime fulgens erit in primo annulo lucido. In medio itaque, ubi se invicem tangunt vitra, annulus orietur obscurus; ubi intervallum vitrorum quartæ undulationis parti æquat, annulus orietur coloratus; ubi dimidiæ undulationi hoc intervallum æquat, annulus iterum obscurus orietur, et sic in ceteris. Annuli igitur colorati exsistunt pro intervallis $\frac{1}{4}$d, $\frac{3}{4}$d, $\frac{5}{4}$d, $\frac{7}{4}$d &c., obscuri vero pro intervallis o, $\frac{2}{4}$d, $\frac{4}{4}$d, $\frac{6}{4}$d, $\frac{8}{4}$d &c., ubi *d* amplitudinem undulationis luminis in aëre designat. Si unitas per $\frac{1}{4}$d significetur, densitas lamellæ aëreæ maximis et minimis luminis reflexi respondens, in progressione Arithmetica erit numerorum imparium 1, 3, 5, 7, 9, 11 &c. pro annulis lucidis, numerorumque parium o, 2, 4, 6, 8, 10 &c. pro annulis obscuris, unde videtur, hanc unitatem vel quartam undulationis partem illam esse amplitudinem, quam Newtonus nomine accessus particularum luminis appellavit. — Obiter animadvertere licet undulationes utrorumque systematum esse parallelas, tum in phænomeno annulorum coloratorum, tum etiam in illo, quando colores generantur ope luminis polarisati in lamellis crystallinis. — Hæc fuere, quæ breviter [80]) afferrenda existimavi de phænomeno, cujus in plurimis luminis phænomenis explicandis tanta est vis quodque totum ex systemate vibrationis explicatur.

§. 10.

Phænomenon illud, quod *inflexionis* vel *diffractionis* nomine appellatum est, illasque luminis mutationes continet, quæ exsistunt, quando prope extrema corporum solidorum transit lumen, primum a *Grimaldo* [81]) obser-

---

[80]) Qui pleniorem hoc de phænomeno notitiam percipere cupiant, relegatos volumus ad Philosophical Transact. of the Royal Society of London 1800. Course of Lectures in natural philosophy and the mechanical arts by Th. Young. Vol. II. London 1807, p. 613 etc. Gilb. Annal. 1814. LXXIV. p. 369. 1811. XXXIX. 173 seqq. Annales de Chimie et Physique. Tom. II. p. 251. etc.

[81]) Grimaldi physico-mathesis, de lumine coloribus et iride, aliisque adnexis. Bologna 1665 præsertim propositio XXII.

vatum accuratiusque pervestigatum deprehendimus. Ille enim experiendo exploravit, umbras corporum in lumine in cubiculum tenebrosum immisso positorum latiores esse, quam utique deberent, si lumen in lineis rectis prope oras corporum transiret. Rite etiam observavit fimbrias illas coloratas, quæ partim in ipsa corporis cujusdam tenui umbra, partim extra illam oculis obveniunt. Observavit præterea Grimaldus, corpus quoddam lucidum, si ad id, quo illustratur, lumen novum addatur, fieri posse obscurius, quæ observatio recentioris ævi disquisitionibus omni dubio exemta est [82]). Post Grimaldum Newtonus primus fuisse videtur, qui experimenta ab illo instituta repetens, disquisitionibus inflexionis luminis assiduam quandam impendit operam. Ei, sicuti Grimaldo, umbræ corporum omnium in lumine collocatorum non determinatæ, sed ternis limbis luminis colorati fimbriatæ visæ sunt, quarum quidem fimbriarum ea, quæ esset umbræ contigua, latissima erat et maxime lucida, quæ autem ab umbra maxime distaret, ea et angustissima erat, tamque debilis, ut vix cerni potuerit [83]). Quum cultrorum umbrarum fimbriæ inciderent ad perpendiculum in chartam magno intervallo objectam, videbantur eæ hyperbolarum forma et specie [84]). Experimento cum lumine homogeneo instituto, apparuit, fimbrias in lumine rubro esse latissimas, in violaceo vero angustissimas. Mancam esse Newtoni hujus phænomeni explicationem inde patet, quod contendit, lumen a recta directione deflecti, nec in umbram sese umquam inflectere [85]), quod ita fieri a Grimaldo observatum et recentiori ævo confirmatum deprehendimus. Observavit etiam, radios, quo minori refrangibilitate præditos, eo majorem pati inflexionem. Cum ad inflexionem luminis pervestigandam omnia non effecisset Newtonus, varii post illum auctores eandem materiam sibi tractandam proposuerunt, uti *De l'Isle* [86]), *Maraldi* [87]), *s'Gravesande* [88]), *Brougham* [89]), *Jour-*

6

---

[82]) Causam hujus phænomeni Grimaldus adscribit motui cuidam oscillatorio, qui ad oras aperturæ, quam ad phænomenon producendum adhibuit, oritur, quo efficitur, ut radii ita quassati oculum tam potenter ac alii radii afficere nequeant.

[83]) Optices Liber tertius p. 254.

[84]) I. L. p. 265.

[85]) I. L. Quæstio XXVIII. p. 291. Newtonum hac in re errare demonstravit Flaugergues in Journ. de Phys. LXXVI. 283, ubi ostendit, corpus $1^{mm},6$ latum esse posse, si punctum luminosum, in quadam a corpore distantia, in media umbra inveniatur.

[86]) Mem. de Paris 1715. p. 147.

[87]) Mem. de Paris 1723. p. 111.

[88]) Elementa physices p. 725.

[89]) Contendit ille lumem in vicinia corporis inflecti, in quadam vero ab eo distantia deflecti. Philosoph. Transact. 1796. p. 227.

dan [90]), *Flaugergues* [91]), *Biot* et *Pouillet* [92]), *Mayer* [93]), *Parrot* [94]), a quibus varia eaque ingeniosa hanc rem spectantia observata sunt. Iis, quæ horum assiduitate cognita fuerant, observationes illas adnexerunt *Young*, *Fresnel*, *Arago* et *Frauenhofer* [95]), quibus plane reformata fuit tota de inflexione luminis doctrina. — Jam fine sæculi proxime præterlapsi Young ostendit inflexionem luminis aptissime explicari ope phænomeni illius, quod ex mutua radiorum in se ipsos actione nomen ducit, quoniam fimbriæ, quæ a radiis inflexis generantur, totæ evanescunt, si radii ad alterum corporis extremum transeuntes umbraculo excipiantur. Ut cogitatione depingamus, quomodo secundum systema undulationis hoc phænomenon producitur, nobis fingamus undulationes circum centrum quoddam in circulis eadem inter se differentia propagari. Hæ undulationes illuc non perveniunt, quo secundum leges generales corpus quoddam interpositum umbram mitteret. Ponamus igitur, novas ex extremis corporis interpositi undulationes exire, illæ, quoniam ejusdem generis lumine constant, eandem habebunt latitudinem, nec difficulter puncta intersectionis assignari queunt, ubi collisione undulationum largius efficitur et ubi omne evanescit lumen. In media umbra undulationes homogeneæ sibi invicem occurrunt, vel ut omnem relinquamus hypothesin, via, quam emensi sunt utrique radii, una eademque est, ideoque in media umbra lumen est. In prima linea obscura, cum ad dextrum tum ad sinistrum, differentia viarum quantitati illi æquat, quæ in causa est cur lux evanescat vel secundum systema undulationis, dimidiæ undulationum dissimiles sibi semper occurrunt. Si lumen alterius lineæ luminosæ assignare velimus, puncta illa connectenda sunt, ubi differentia viarum prioris duplo major est, vel quæ totam efficit undulationem, et sic in ceteris. — Sine ulla eorum cognitione, quæ a Young observata erant, Fresnel contendit inflexionem aliter ac secundum undulationis theoriam rite explicari non posse. Ostendit præterea, a fimbriis nullam lineam rectam, sed curvam describi [96]), cujus latus convexum ad partes exteriores vergat, et illas hanc formam inde accipere contendit, quod fimbriæ externæ ge-

---

[90]) Gilb. Annal. 1804. p. 1.

[91]) Gehlers Physikal. Wörterb. Tom. V. Pars 2:da p. 690.

[92]) Traité de Phys. IV. p. 743.

[93]) Comment. recent. soc. reg. Gotting. Vol. IV. Class. Math. p. 49.

[94]) Theoretische Physik. II. p. 224. Contendit ille phænomena inflexionis pendere ex diversa radiorum, corpora cingentium, calore.

[95]) Vide Gilb. Annal. 1823. p. 337. seqq.

[96]) Formam fimbriarum Hyperbolicam primum detexit Young, ejusque mentionem facit in Lectures on Natural Philosophy Vol. I. p. 287.

nerantur ex occursu radiorum, ex ipso puncto lucido egredientium, cum iis, qui ab oris corporum reflectuntur. Observavit etiam *Fresnel*, dimidiam undulationem earum, quæ ex oris corporis interpositi exeunt, amitti, quoniam alias puncta in quibus augescit lumen in ipsam lineam qua terminatur umbra inciderent. Ut calculetur locus, ubi exsistat interferentia, esto $a =$ distantiæ corporis inflectentis a puncto lucido, $b =$ distantiæ chartæ in qua pone corpus inflectens fimbriæ excipiuntur et $a + b$ distantia in qua observatur interferentia, $y =$ latitudini fimbriæ luminis homogenei et $d =$ longitudini undulationis, si tum x sit $=$ lineæ illi, quæ posita est intra punctum lucidum eumque punctum, ubi a linea perpendiculari a puncto interferentiæ ducta secatur, prodibit $x^2 + y^2 = (a+b)^2$, et pro circulo circum punctum lucidum $(x-a)^2 + y^2 = (b+d)^2$, quæ expressio hac induitur forma, quoniam quantitas $= \frac{1}{2} d$ addenda est, et prima undulatio heterogenea, ab ora ipsius corporis interpositi spatium $=$ quantitati d distat. Eliminato x ope æquationum $x^2 + y^2 = (a+b)^2$ et $(x-a)^2 + y^2 = (b+d)^2$, ultimam a prima subtrahendo, pro ipso intersectionis puncto prodibit

$$y^2 = \frac{2(a+b)(bd+\frac{1}{2}d^2)}{a} + \left(\frac{bd+\frac{1}{2}d^2}{a}\right)^2$$

et omissis dignitatibus superioribus quantitatis illius parvi d prodibit

$$y = \sqrt{\left(\frac{2b(a+b)d}{a}\right)} \text{ vel } y = 2\sqrt{\frac{\frac{1}{2}b(a+b)d}{a}}$$

Secundum hanc formulam locum obscurarum extra umbram linearum calculavit. Si secundam lineam obscuram cupias, pro d substituas $2d$, et distantiæ externarum linearum obscurarum a vero umbræ termino, in eadem sunt ratione ac $1 : \sqrt{2} : \sqrt{3} : \sqrt{4}$ et sic in ceteris. Ex experimentis ab illo institutis præterea patet, naturam corporum eorumque massam vel densitatem nullam habere vim ad radios prope extrema eorum transeuntes a directione deflectendos [97].

Secundum systema Emanationis non solum non explicari potest hoc phænomenon, sed ei plane repugnat. Ut enim secundum hoc systema fimbriæ externæ aptissime explicarentur, statueremus necesse esset, fasciculum luminis prope oram corporis transeuntem partim extenuari, partim densiorem fieri, unde generarentur fimbriæ lucidæ et obscuræ. Systemati emanationis etiam repugnat, radium luminis in eodem medio de via recta deflecti et in curvaturam Hyperbolæ abire. Etiamsi vero in illa theoria statuatur, corpora in lumen vi quadum attractiva et repulsiva agere,

---

[97]) Vide Poggend. Annal. 1825. III. p. 118, 122.

in summo tamen dubio versatur, an in tantam distantiam, ad quam extenditur illa curvatura, vires illæ agere possint. Secundum hanc theoriam præterea sequatur necesse est, radium luminis, pro varia extremorum corporis forma, densitate et natura, variam passurum esse inflexionem.

§. 11.

Restat quidem ut de phænomena illa *refractionis geminæ* et *polarisationis* aliquid dicamus. Cum vero illa observationibus sæculi præsentis tantum adepta sunt incrementi, ut singularem fere scientiæ partem constituere videantur, in eo excusationem habebimus, cur illorum explicationem, cum fines dissertationis prohibeant, ad aliud forsan tempus differendam esse putavimus. Ut vero perspiciatur theoriam illam undulationis, quæ tam facilem expeditamque omnium phænomenorum admittit explicationem, hic non deficere, dicere sufficiet, legem Huyghenianam pro inusitata Crystalli Islandicæ refractione a Cel. *Wollaston* et *Malus* [98]) comprobatam fuisse, polarisationemque luminis ad vibrationes ætheris transversales, h. e. eæ, quæ ad directionem radiorum perpendiculares sint, referendam esse [99]).

His absolutis, finis imponendus videtur nostræ commentationi inchoatæ magis et rudi, quam elaboratæ et perfectæ. Quibusdam hoc nostrum conamen mancum vitiosumque videri cogitatione præcipere possumus. Sin vero gravitatem argumenti animo reputant, quamque difficile est, in tanta eorum quæ scripta sunt multitudine, optima quæque eligere, omne meritum illo forsan non abjudicent, etiamsi eis, uti mihi ipsi persuasum habeo, multa limanda, polienda et amplificanda superesse videri possint.

---

[98]) Gilb. Annal. 1811. XXXIX. p. 200.
[99]) Schweigg. Journ. Neue Reihe. 1825. XIII. p. 199.